



|  |             |                            |   |                  |           |
|--|-------------|----------------------------|---|------------------|-----------|
|  |             |                            |   |                  |           |
|  |             |                            |   |                  |           |
|  |             |                            |   |                  |           |
| CO   | 10/06/13    | Emissione per approvazione | DV  | DL               | LM        |
| REVISIONE  | DESCRIZIONE |                            |   | EL.              | CON. APP. |
| <b>MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI</b><br><b>MAGISTRATO ALLE ACQUE</b>  |             |                            |   |                  |           |
| <b>NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA</b><br>LEGGE N.798 DEL 29-11-1984<br>CONVENZIONE REP. N. 7191 DEL 04-10-1991<br>ATTO ATTUATIVO REP 8602 DEL 08-02--.2013                                  |             |                            |   |                  |           |
| <b>INTERVENTI ALLE BOCCHE LAGUNARI PER LA REGOLAZIONE DEI FLUSSI DI MAREA</b><br>CUP: D51B02000050AC1  |             |                            |   |                  |           |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO</b><br><b>WBS: MA.I1.48</b><br><b>WBE: MA.I1.48.PE.09</b>  |             |                            |   |                  |           |
| <b>BOCCA DI MALAMOCCO – PARATOIE E CONNETTORI</b><br><b>PARATOIE</b><br><b>VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D</b><br><b>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA</b><br><b>RELAZIONE DI CALCOLO</b>                    |             |                            |   |                  |           |
| ELABORATO  |             | CONTROLLATO                |   | APPROVATO        |           |
| D. Varisco   |             | D. Lesina                  |   | L. Mazza         |           |
| N. ELABORATO   |             | CODICE FILE                |   | DATA             |           |
| MV080P-PE-MAR-2020-C0  |             | MV080P-PE-MAR-2020-C0.doc  |   | 10 Giugno 2013   |           |
| <b>CONSORZIO “VENEZIA NUOVA”</b>   |             |                            |   |                  |           |
| COORDINAMENTO PROGETTAZIONE  |             |                            | PROGETTAZIONE   |                  |           |
| VERIFICATO:  |             | CONTROLLATO:               |   | IL RESPONSABILE: |           |
| E. CARRETTA  |             | V. ARDONE                  |   | Ing. A. SCOTI    |           |
|  CONSORZIO VENEZIA NUOVA<br>M. BRUTO  |             |                            |  DOTT. ING. ALBERTO SCOTTI<br>a) civile e ambientale<br>b) industriale<br>c) dell'informazione<br>n. 123456789<br>MILANO TECON |                  |           |
| <small>OPERA PROTETTA AI SENSI DELLA LEGGE 22 APRILE 1941 N° 633 TUTTI I DIRITTI RISERVATI<br/>         QUALSIASI RIPRODUZIONE ED UTILIZZAZIONE NON AUTORIZZATE SARANNO PERSEGUITE A RIGORE DI LEGGE</small> |             |                            |   |                  |           |

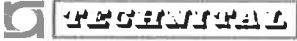
|   |         |                   |   |           |
|---|---------|-------------------|---|-----------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 2 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |           |

## INDICE

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | OGGETTO E SCOPO                            | 5  |
| 1.1.   | Generalità                                 | 5  |
| 1.2.   | Modalità di appoggio                       | 5  |
| 2.     | RIFERIMENTI                                | 9  |
| 2.1.   | Elaborati del progetto esecutivo           | 9  |
| 2.2.   | Normative                                  | 9  |
| 3.     | MATERIALI                                  | 10 |
| 3.1.   | Caratteristiche                            | 10 |
| 3.2.   | Tensioni ammissibili                       | 11 |
| 4.     | SCHEMATIZZAZIONE DELLA PARATOIA            | 15 |
| 4.1.   | Descrizione della paratoia                 | 15 |
| 4.2.   | Unità di misura                            | 16 |
| 4.3.   | Programma di calcolo                       | 16 |
| 4.4.   | Sistema di riferimento del modello         | 17 |
| 4.5.   | Sovra-spessore di corrosione               | 20 |
| 4.6.   | Modello della paratoia                     | 21 |
| 4.7.   | Fasciami                                   | 25 |
| 4.7.1. | Fasciami esterni                           | 25 |
| 4.7.2. | Fasciami interni (diaframmi longitudinali) | 32 |
| 4.8.   | Rinforzi ordinari                          | 36 |
| 4.8.1. | Piatti                                     | 36 |
| 4.8.2. | Ferri a bulbo                              | 38 |
| 4.9.   | Squadre                                    | 42 |
| 4.10.  | Piatti di rinforzo fori                    | 44 |
| 4.11.  | Telai rinforzati                           | 46 |
| 4.12.  | Supporti ammortizzatori                    | 51 |
| 4.13.  | Taccate                                    | 53 |
| 4.14.  | Vincoli                                    | 55 |
| 5.     | CARICHI APPLICATI                          | 60 |
| 5.1.   | Generalità                                 | 60 |
| 5.2.   | Peso proprio                               | 60 |
| 5.2.1. | Pesi della paratoia e degli allestimenti   | 60 |
| 5.2.2. | Pesi distribuiti uniformemente             | 62 |
| 5.2.3. | Peso concentrato solo in alcune zone       | 66 |
| 5.3.   | Peso fouling                               | 67 |


|   |         |                   |   |           |
|---|---------|-------------------|---|-----------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 3 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |           |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 5.4.   | Peso totale considerato per la paratoia con fouling   | 68  |
| 5.5.   | Variazioni termiche   | 70  |
| 6.     | COMBINAZIONI DI CARICO  | 71  |
| 7.     | RISULTATI   | 74  |
| 7.1.   | Verifiche tensionali  | 74  |
| 7.1.1. | Generalità  | 74  |
| 7.1.2. | Paratoia allestita incrostata - Schema principale - Condizioni S.1a, S.1b e S.1c                              | 75  |
| 7.1.3. | Paratoia allestita incrostata - Schema secondario - Condizioni S.2a, S.2b e S.2c                              | 77  |
| 7.1.4. | Paratoia allestita incrostata – Perdita di un appoggio - Condizioni S.1d, S.2d                                | 79  |
| 7.1.5. | Paratoia allestita incrostata – Schemi aggiuntivi - Condizioni S.5a, S.6a                                     | 81  |
| 7.2.   | Reazioni vincolari  | 83  |
| 7.3.   | Deformazioni  | 86  |
| 7.4.   | Spostamenti e rotazioni perni   | 101 |
| 7.5.   | Conclusioni   | 103 |
| 8.     | IMMAGINI DEI RISULTATI  | 104 |
| 8.1.   | Indice dei risultati  | 104 |
| 8.2.   | Paratoia allestita incrostata - Schema principale – Condizioni S.1  | 108 |
| 8.2.1. | Condizione S.1a   | 108 |
| 8.2.2. | Condizione S.1b   | 114 |
| 8.2.3. | Condizione S.1c   | 120 |
| 8.2.4. | Condizione S.1d   | 126 |
| 8.3.   | Paratoia allestita incrostata - Schema secondario – Condizioni S.2  | 132 |
| 8.3.1. | Condizione S.2a   | 132 |
| 8.3.2. | Condizione S.2b   | 138 |
| 8.3.3. | Condizione S.2c   | 144 |
| 8.3.4. | Condizione S.2d   | 150 |
| 8.4.   | Paratoia allestita pulita senza connettori e senza supporti elastici - Schema principale – Condizioni S.3     | 156 |
| 8.4.1. | Condizione S.3a   | 156 |
| 8.4.2. | Condizione S.3b   | 162 |
| 8.4.3. | Condizione S.3c   | 168 |
| 8.5.   | Paratoia allestita pulita senza supporti elastici - Schema principale – Montaggio connettori – Condizioni S.4 | 174 |
| 8.5.1. | Condizione S.4a   | 174 |
| 8.5.2. | Condizione S.4b   | 180 |

|   |         |                   |  |           |
|---|---------|-------------------|--|-----------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 4 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |           |

|  |     |
|--|-----|
| 8.6. Paratoia allestita incrostata - Schema aggiuntivo principale – Condizione S.5 | 186 |
| 8.6.1. Condizione S.5a   | 186 |
| 8.7. Paratoia allestita incrostata - Schema aggiuntivo secondario – Condizione S.6 | 192 |
| 8.7.1. Condizione S.6a   | 192 |



|   |         |                   |   |           |
|---|---------|-------------------|---|-----------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 5 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |           |

## 1. OGGETTO E SCOPO

### 1.1. Generalità

La presente relazione illustra le verifiche degli elementi strutturali della paratoia di Malamocco attraverso una schematizzazione tridimensionale ad elementi finiti, nelle condizioni di appoggio a terra.

I criteri di calcolo e, la derivazione dei carichi applicati sono illustrati nelle relazioni:

- MV080P-PE-MAR-2000 Relazione tecnica generale
- MV080P-PE-MAR-2001 Verifiche strutturali – Carichi e criteri di progetto

### 1.2. Modalità di appoggio

La paratoia è previsto che sia appoggiata a terra su 4 taccate (sostegni).

Sono individuati due schemi di appoggio per consentire l'appoggio della paratoia in tutte le fasi di movimentazione e manutenzione garantendo la possibilità di trasferire il carico della paratoia dai mezzi di trasporto (carrelloni) ai supporti fissi e viceversa.

I punti di appoggio devono cadere in corrispondenza degli incroci tra le paratie longitudinali e gli irrigidimenti trasversali, quindi i possibili schemi di appoggio sono unicamente quelli riportati nelle successive figure.

Lo schema di appoggio principale è quello ottimale, in particolare quando i connettori sono montati.

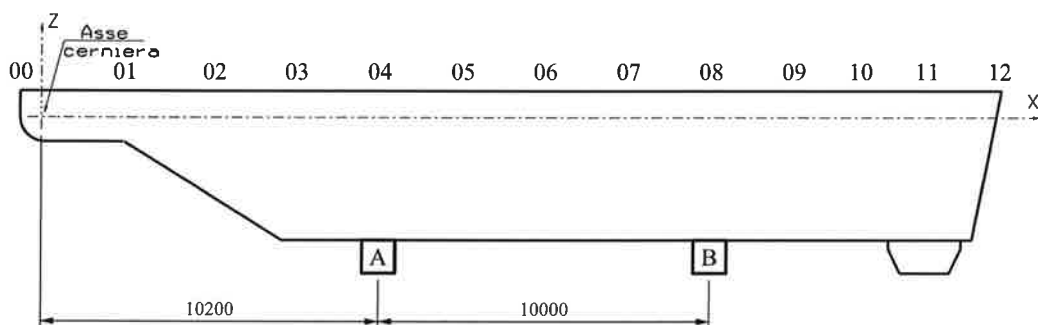



FIG. 1.1 – APPOGGI PRINCIPALI

|   |         |                   |   |           |
|---|---------|-------------------|---|-----------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 6 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |           |

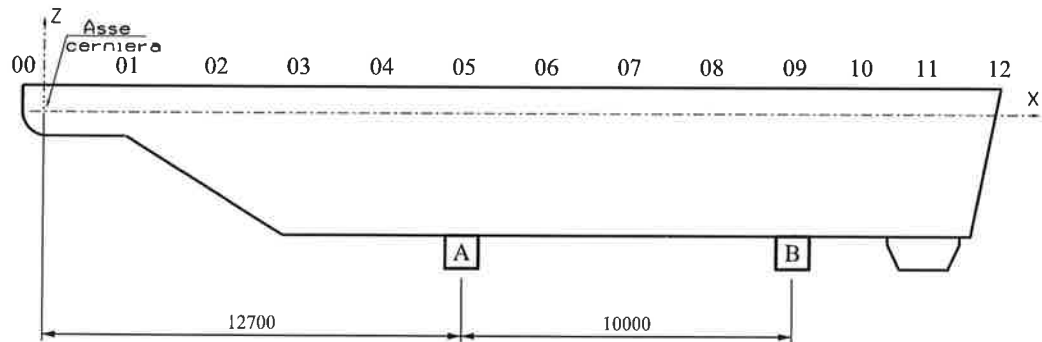


FIG. 1.2 – APPOGGI SECONDARI

Le taccate sono state considerate trasversalmente come indicato nella successiva figura.

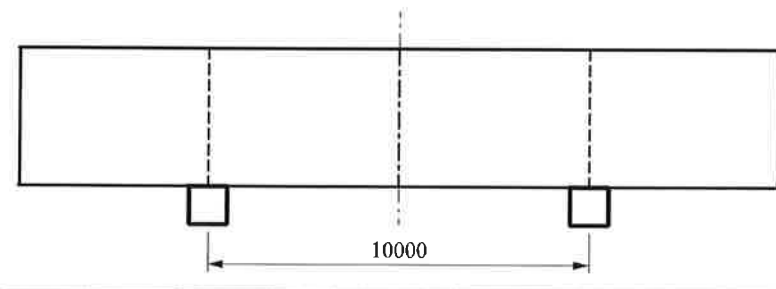
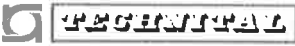


FIG. 1.3 – POSIZIONE TRASVERSALE TACCATE

Si prevede che sui carrelloni vengano montate taccate nelle stesse posizioni e con le stesse dimensioni di quelle utilizzate per il supporto a terra delle paratoie: la verifica della paratoia sui carrelloni risulta quindi coincidente con quella della paratoia sulle taccate a terra.

Si considerano inoltre, al solo scopo di verificare la possibilità di adottarli, due schemi aggiuntivi di supportazione, che prevedono l'appoggio della paratoia su due taccate posteriori e sulle strutture di supporto degli ammortizzatori, mantenendo le posizioni trasversali dei punti di appoggio.

Qualora si adottassero tali schemi, essi dovranno essere analizzati per tutte le condizioni significative in sede di ingegneria costruttiva.

|   |         |                   |   |           |
|---|---------|-------------------|---|-----------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 7 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |           |

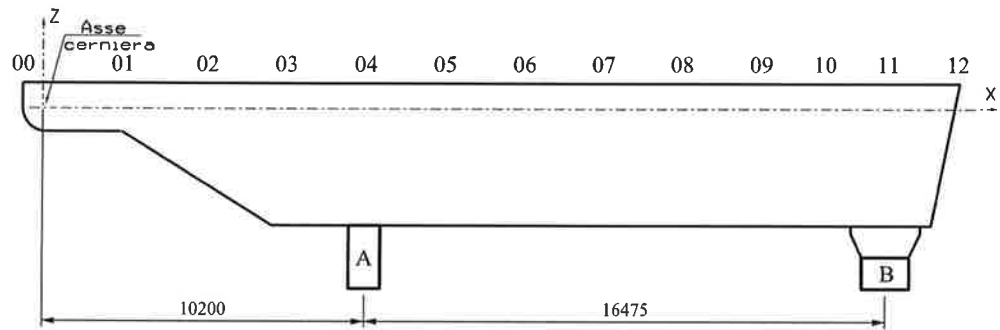


FIG. 1.4 – SCHEMA AGGIUNTIVO PRINCIPALE  
APPOGGIO SU TACCATE E SUPPORTI PARABORDI

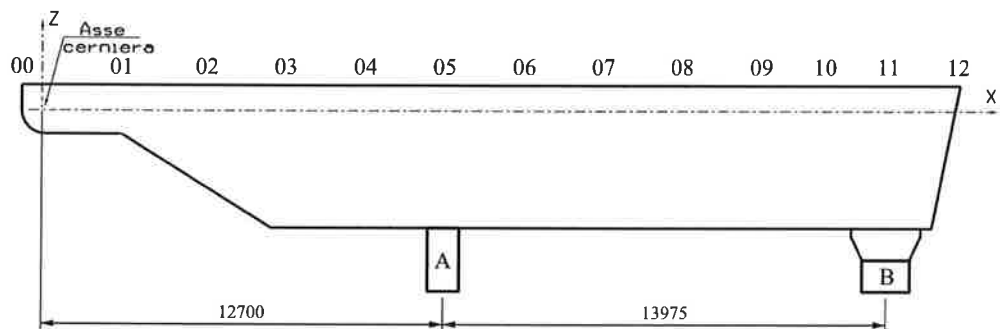


FIG. 1.5 – SCHEMA AGGIUNTIVO SECONDARIO  
APPOGGIO SU TACCATE E SUPPORTI PARABORDI

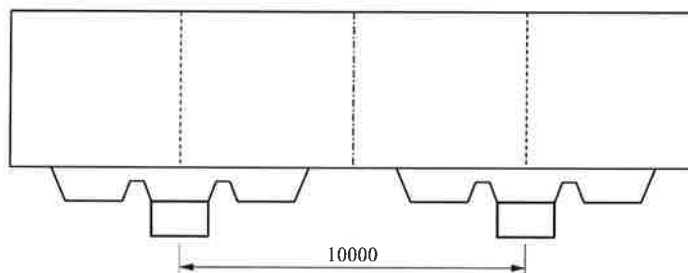



FIG. 1.6 - SCHEMA AGGIUNTIVO  
POSIZIONE TRASVERSALE TACCATE ANTERIORI SU SUPPORTI PARABORDI


Ogni coppia di schemi di appoggio (principale e secondario) consente, in occasione delle operazioni di manutenzione, di poter intervenire su tutto l'intradosso della paratoia, rendendo accessibile al ripristino tutta la superficie di

|   |         |                   |  |           |
|---|---------|-------------------|--|-----------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 8 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |           |

intradosso della paratoia (le zone mascherate in uno schema, risultano esposte in un altro).

Si prevede che la paratoia venga disposta sugli appoggi dopo aver fatto defluire tutta l'acqua eventualmente presente all'interno mediante l'apertura degli appositi alleggi sul fasciame inferiore.

Quanto allo schema aggiuntivo, si ricorda che i parabordi sono rimossi all'arrivo della paratoia nel cantiere di manutenzione e montati appena prima del suo prelievo (in entrambi i casi la paratoia è appoggiata secondo uno degli altri schemi) e che la paratoia non deve essere appoggiata sui parabordi.

|   |         |                   |   |           |
|---|---------|-------------------|---|-----------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 9 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |           |

## 2. RIFERIMENTI

### 2.1. Elaborati del progetto esecutivo

L'elenco dei documenti di progetto, nella revisione valida, è riportato nel documento:

- MV080P-PE-MZL-2001 Bocca di Malamocco - Paratoie e Connettori – Paratoie - Elenco elaborati

### 2.2. Normative

Le normative di riferimento per la progettazione sono:

*per la scelta dei criteri di verifica, la definizione dei materiali e la schematizzazione base dei ferri a bulbo:*

- NTC 2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” Decreto Ministero Infrastrutture del 14/01/2008

*per i criteri di modellazione e di verifica:*

- R.I.Na. "Guida relativa ai criteri per la verifica mediante calcolo diretto della robustezza strutturale dello scafo delle navi", 1992

*per la definizione delle tensioni ammissibili e dei sovra-spessori di corrosione e, parzialmente, per la schematizzazione dei bulbi:*

- R.I.Na. "Regolamento per la classificazione delle navi", 2010 (invariata al 2012 per le parti di interesse)

*per la definizione delle tensioni ammissibili in funzione dello spessore delle lamiere:*

- UNI EN 10025-2:2005 “Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura”

### 3. MATERIALI

#### 3.1. Caratteristiche

La paratoia è realizzata con struttura totalmente saldata utilizzando, in funzione della classe strutturale e dello spessore dei componenti, i seguenti materiali:

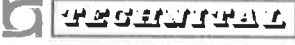
| elementi  | classe         | spessore              | materiale | norma  |
|---|----------------|-----------------------|-----------|--|
| lamiere e piatti                                | a              | >40 mm                | S355K2    | UNI EN 10025-1<br>UNI EN 10025-2<br>UNI EN 10164 |
| lamiere e piatti                                | b              | >20 mm<br>e<br>≤40 mm | S275J2    | UNI EN 10025-1<br>UNI EN 10025-2                 |
| lamiere, piatti, ferri a bulbo, profilati, ecc. | b - c<br>d - e | ≤20 mm                | S275J0    | UNI EN 10025-1<br>UNI EN 10025-2                 |
| lamiere, piatti, profilati, ecc.                | e              | ≤16 mm                | S235JR    | UNI EN 10025-1<br>UNI EN 10025-2                 |
| tubi aria compressa                             | d              | -                     | P235TR1   | UNI EN 10216                                     |

TAB. 3.1 - DESIGNAZIONE DEI MATERIALI

con le seguenti caratteristiche di resistenza (limitatamente agli spessori utilizzati):

| Acciaio | Tensione di Snervamento $f_y$ (MPa)<br>[Carico unitario minimo di snervamento $R_{eH}$ ] |                      |                      |                        | Tensione di Rottura<br>$f_u$ (MPa)<br>[Resistenza a trazione $R_m$ ] |                      |                        |
|---------|--|----------------------|----------------------|------------------------|--|----------------------|------------------------|
|         | $t \leq 16$ mm   | 16 mm < t ≤<br>40 mm | 40 mm < t ≤<br>63 mm | 100 mm < t<br>≤ 150 mm | 150 mm < t<br>≤ 200 mm   | 3 mm < t ≤<br>100 mm | 100 mm < t<br>≤ 250 mm |
| S355K2  | -  | -                    | 335                  | -                      | 285  | 470 ÷ 630            | 450 ÷ 600              |
| S275J2  | -  | 265                  | -                    | -                      | -  | 410 ÷ 560            | -                      |
| S275J0  | 275  | 265                  | -                    | -                      | -  | 410 ÷ 560            | -                      |
| S235JR  | 235  | -                    | -                    | -                      | -  | 360 ÷ 510            | -                      |
| P235TR1 | 235  | -                    | -                    | -                      | -  | 360 ÷ 500            | -                      |

TAB. 3.2 - CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 11 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

I requisiti completi per i materiali e la costruzione sono riportati nella specifica:

- MV080P-PE-MAS-2001 Specifica Tecnica – Materiali, fabbricazione e controlli

Per tutti gli acciai strutturali vengono applicate le seguenti proprietà elastiche previste dalle norme:

|   |                                    |
|---|------------------------------------|
| $E = 206000 \text{ N/mm}^2$                             | modulo di elasticità               |
| $G = 80000 \text{ N/mm}^2$                              | modulo di taglio                   |
| $\nu = 0.3$   | modulo di Poisson                  |
| $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$                            | densità di massa                   |
| $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ | coefficiente di espansione termica |

### 3.2. Tensioni ammissibili

Le verifiche strutturali sono condotte con riferimento alla Guida e al Regolamento R.I.Na. citati, con ulteriori prescrizioni relative alle caratteristiche di resistenza, in ottemperanza alle indicazioni delle NTC 2008 e UNI EN 10025-2, come precisato nel documento MV080P-PE-MAR-2001.

La definizione delle tensioni ammissibili è riportata in:

- R.I.Na. "Guida relativa ai criteri per la verifica mediante calcolo diretto della robustezza strutturale dello scafo delle navi", 1992

Al paragrafo 4.2, la tensione ammissibile è definita dalla seguente espressione:

$$\sigma_{\text{amm}} = \frac{240}{K h} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \tau_{\text{amm}} = \frac{\sigma_{\text{amm}}}{\sqrt{3}} \quad [\text{N/mm}^2]$$


dove:

i coefficienti di sicurezza h da assumere sono:

$h = 1,25$  per le situazioni di carico combinate

$h = 1,33$  per le condizioni di pressatura

$h = 1,55$  per le situazioni di carico in acqua tranquilla

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 12 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

i coefficienti del materiale K sono definiti nel Regolamento R.I.Na., Parte B, Cap. 4, Sez.1, Tabella 2, sotto riportata, in funzione della tensione minima di snervamento  $R_{eH}$ .

| ReH (N/mm <sup>2</sup> ) | k    |
|--------------------------|------|
| 235                      | 1    |
| 315                      | 0,78 |
| 355                      | 0,72 |
| 390                      | 0,70 |

Per valori intermedi di  $R_{eH}$ , K può essere ottenuto per interpolazione lineare, pertanto nel progetto per S275 si considera:

$$S275 \quad K = 0,89 = 1 - (1-0,78) \cdot (315-275)/(315-235)$$

Le tensioni ammissibili base di confronto per i progetto risultano pertanto:

| coeff. sicurezza         |      | h = 1,25                            |                                   | h = 1,33                            |                                   | h = 1,55                            |                                   |
|--------------------------|------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| ReH (N/mm <sup>2</sup> ) | k    | $\sigma_{amm}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_{amm}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\sigma_{amm}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_{amm}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\sigma_{amm}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | $\tau_{amm}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |
| 275                      | 0,89 | 216                                 | 125                               | 203                                 | 117                               | 174                                 | 100                               |
| 355                      | 0,72 | 267                                 | 154                               | 251                                 | 145                               | 215                                 | 124                               |

TAB. 3.3 - TENSIONE AMMISSIBILE BASE IN ACCORDO A R.I.NA.

La tensione ammissibile deve risultare non inferiore alla tensione ideale calcolata con il criterio di von Mises in accordo alla seguente formula:

$$\sigma_{id} = \sqrt{0.5 \left[ (\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 \right] + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}$$

Poiché il criterio del R.I.Na. non tiene conto del decadimento delle caratteristiche del materiale in funzione dello spessore, il valore della  $\sigma_{amm}$  viene ridotto in proporzione al limite di snervamento riportato nel prospetto 7 della Norma UNI EN 10025-2:2005, che per i materiali di interesse indica:



| Designazione acciaio | Carico unitario minimo di snervamento $R_{eH}$ (N/mm <sup>2</sup> )<br>in funzione dello spessore nominale (mm) |            |            |            |          |              |              |
|----------------------|---|------------|------------|------------|----------|--------------|--------------|
|                      | ≤16   | >16<br>≤40 | >40<br>≤63 | >63<br>≤80 | >80 ≤100 | >100<br>≤150 | >150<br>≤200 |
| S275J0,J2            | 275   | 265        | 255        | 245        | 235      | 225          | 215          |
| S355K2               | 355   | 345        | 335        | 325        | 315      | 295          | 285          |

TAB. 3.4 - TENSIONE AMMISSIBILE IN FUNZIONE DELLO SPESSORE DELL'ELEMENTO SECONDO UNI EN 10025-2:2005, PROSPETTO 7


Le tensioni ammissibili di confronto risultano quindi come indicato nella seguente tabella.

| Tensioni ammissibili (N/mm <sup>2</sup> )<br>in funzione dello spessore nominale (mm) |      |     |            |            |            |             |              |              |
|---|------|-----|------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|
| Acciaio   | h    | ≤16 | >16<br>≤40 | >40<br>≤63 | >63<br>≤80 | >80<br>≤100 | >100<br>≤150 | >150<br>≤200 |
| S275 J0,J2  | 1,25 | 216 | 208        | 200        | 192        | 184         | 177          | 169          |
| S355K2  |      | 267 | 259        | 252        | 244        | 237         | 222          | 214          |
| S275 J0,J2  | 1,33 | 203 | 195        | 188        | 181        | 173         | 166          | 159          |
| S355K2  |      | 251 | 244        | 237        | 229        | 222         | 208          | 201          |
| S275 J0,J2  | 1,55 | 174 | 168        | 161        | 155        | 149         | 142          | 136          |
| S355K2  |      | 215 | 209        | 203        | 197        | 191         | 179          | 173          |

TAB. 3.5 - TENSIONE AMMISSIBILE IN FUNZIONE DELLO SPESSORE DELL'ELEMENTO

A titolo di esempio, la tensione ammissibile per la lamiera della paratia longitudinale di acciaio S355K2 e spessore 30 mm, per  $h = 1,55$ , risulta da:


$$\begin{aligned}\sigma_{amm} &= (R_{eH[30\text{ mm}]} / R_{eH[16\text{ mm}]}) * 240 / (K * h) \\ &= (345 / 355) * 240 / (0,72 * 1,55) = 209 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 14 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

I coefficienti di sicurezza, da cui le relative tensioni di confronto, adottati per le successive verifiche, tenuto conto degli spessori effettivamente presenti nella struttura, sono riportati nella successiva tabella.

| Coeff. sicurezza | Materiale     | Tensioni ammissibili (N/mm <sup>2</sup> )<br>in funzione dello spessore nominale (mm) |            |            |              | Combinazioni di carico  |
|------------------|---------------|---|------------|------------|--------------|---|
|                  |               | ≤16   | >16<br>≤40 | >40<br>≤63 | >150<br>≤200 |   |
| h                | Acciaio       |   |            |            |              |   |
| 1,55             | S275<br>J0,J2 | 174   | 168        |            |              | <b>condizioni di carico base:</b><br>peso paratoia e allestimenti<br>su 4 appoggi                               |
|                  | S355K2        |   |            | 203        | 173          |   |
| 1,25             | S275<br>J0,J2 | 216   | 208        |            |              | <b>condizioni di carico combinate:</b><br>peso paratoia e allestimenti<br>su 3 appoggi (perdita di un appoggio) |
|                  | S355K2        |   |            | 252        | 214          |   |

TAB. 3.6 - COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER LE VERIFICHE STRUTTURALI

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 15 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

## 4. SCHEMATIZZAZIONE DELLA PARATOIA

### 4.1. Descrizione della paratoia

Le caratteristiche geometriche principali della paratoia sono:

- lunghezza totale 29,55 [m]
- lunghezza da asse cerniere 28,90 [m]
- larghezza massima 19,92 [m]
- larghezza in punta 19,86 [m]
- lunghezza rastremazione (dalla punta) 19,10 [m]
- altezza 4,50 [m]
- distanza asse cerniere da superficie superiore 0,80 [m]

La struttura è costituita da fasciami in lamiera supportati e irrigiditi da elementi strutturali secondari, detti correnti e realizzati con profilati a bulbo, sostenuti a loro volta da telai trasversali, detti ossature rinforzate, realizzati con travi composte e raccordate con squadre d'angolo.


Le travi rinforzate trasversali sono sostenute da tre linee di puntellatura longitudinali: due in corrispondenza degli elementi strutturali relativi alle cerniere, realizzate con una paratia forata, e una centrale realizzata con puntelli.

I fasciami frontale e posteriore sono irrigiditi e sostenuti da elementi di rinforzo verticali, realizzati con profili a bulbo, con le estremità collegate con squadre ai corrispondenti correnti superiore e inferiore.

I correnti dei fasciami laterali sono collegati con squadre al primo corrente verticale dei fasciami frontale e posteriore.

I correnti longitudinali e verticali sono disposti con un intervallo d'ossatura tipico di 625 mm.

I telai trasversali rinforzati e i relativi elementi di puntellatura sono disposti a intervalli di 2000/2500 mm.

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 16 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

I correnti non vengono interrotti in corrispondenza di ogni telaio trasversale, ma sono continui attraverso intagli, di geometria opportuna, nell'anima delle travi rinforzate mantenendo il collegamento con l'anima stessa.

Le paratie longitudinali laterali sono opportunamente rinforzate in corrispondenza dei fori per i perni dei gruppi cerniera-connettore e dei punti di aggancio dei dispositivi per il sollevamento della paratoia.

La paratoia è leggermente rastremata sui fianchi, da circa un terzo della lunghezza fino alla punta, mediante deviazione dei fasciami laterali, fino a un massimo di 30 mm per lato; l'entità della riduzione è irrilevante ai fini delle verifiche.

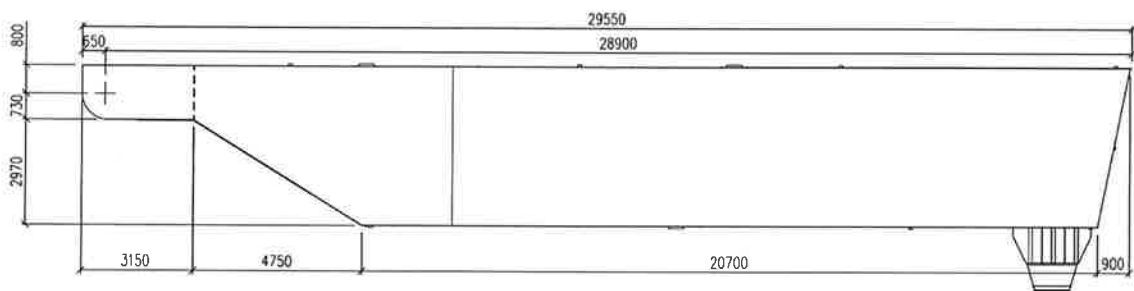


FIG. 4.1 – PARATOIA – VISTA LATERALE

#### 4.2. Unità di misura

Per le unità di misura si è adottato il Sistema Internazionale.


#### 4.3. Programma di calcolo

La paratoia è stata analizzata utilizzando il programma di calcolo Autodesk Simulation Mechanical

autore: Autodesk (ex ALGOR Inc.)

release: 2013

Autodesk Simulation Mechanical è un software package di Autodesk, per analisi a elementi finiti, di applicazione generale.

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 17 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

Il codice adottato è un programma commerciale di uso internazionale nel settore della progettazione meccanica e strutturale, certificato, sottoposto a continuo controllo e aggiornamento e oggetto di un forum pubblico degli utilizzatori.

L'affidabilità è stata anche verificata dal progettista attraverso l'uso costante nell'arco di circa 20 anni, in particolare per progetti di tipo navale.

Ulteriori informazioni sono riportate nel documento MV080P-PE-MAR-2001, in particolare riguardo ai metodi di calcolo delle sollecitazioni, convenzioni e caratteristiche degli elementi utilizzati.


#### **4.4. Sistema di riferimento del modello**

Il modello è descritto in un sistema di riferimento globale, nel quale sono riportate tutte le visualizzazioni insieme con la terna di riferimento globale.

Nelle figure seguenti è riportata la posizione del sistema di riferimento globale rispetto al quale sono forniti i risultati:

- asse X di simmetria trasversale delle paratoia
- asse Y longitudinale passante per il centro degli snodi
- asse Z verticale spiccato dall'intersezione di X con Y

I singoli elementi hanno il loro sistema di riferimento locale, che non è però utilizzato nella visualizzazione e nella restituzione dei risultati e che non viene pertanto descritto.

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 18 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

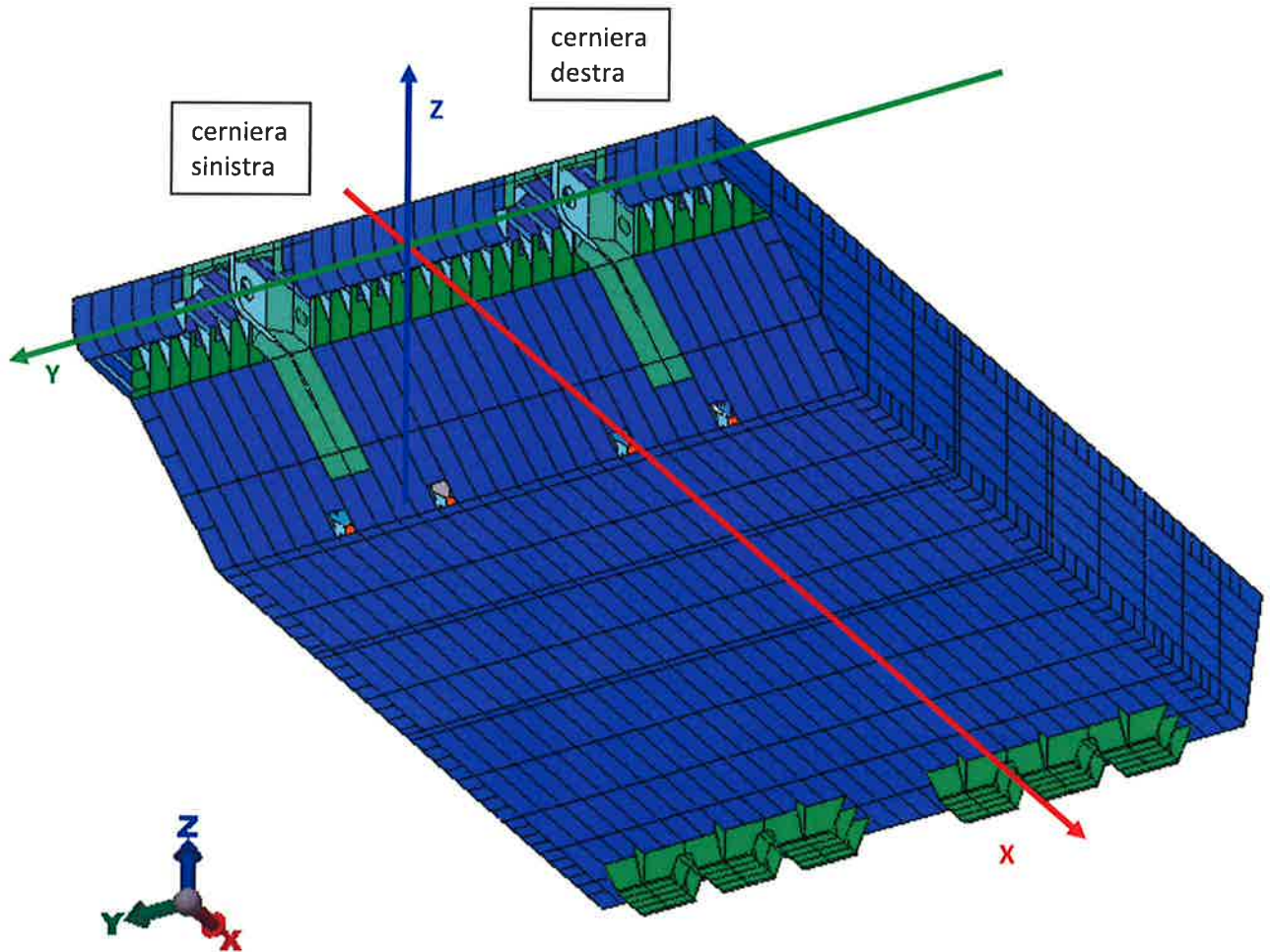


FIG. 4.2 – POSIZIONE SISTEMA DI RIFERIMENTO GLOBALE DEL MODELLO VISTA 3D

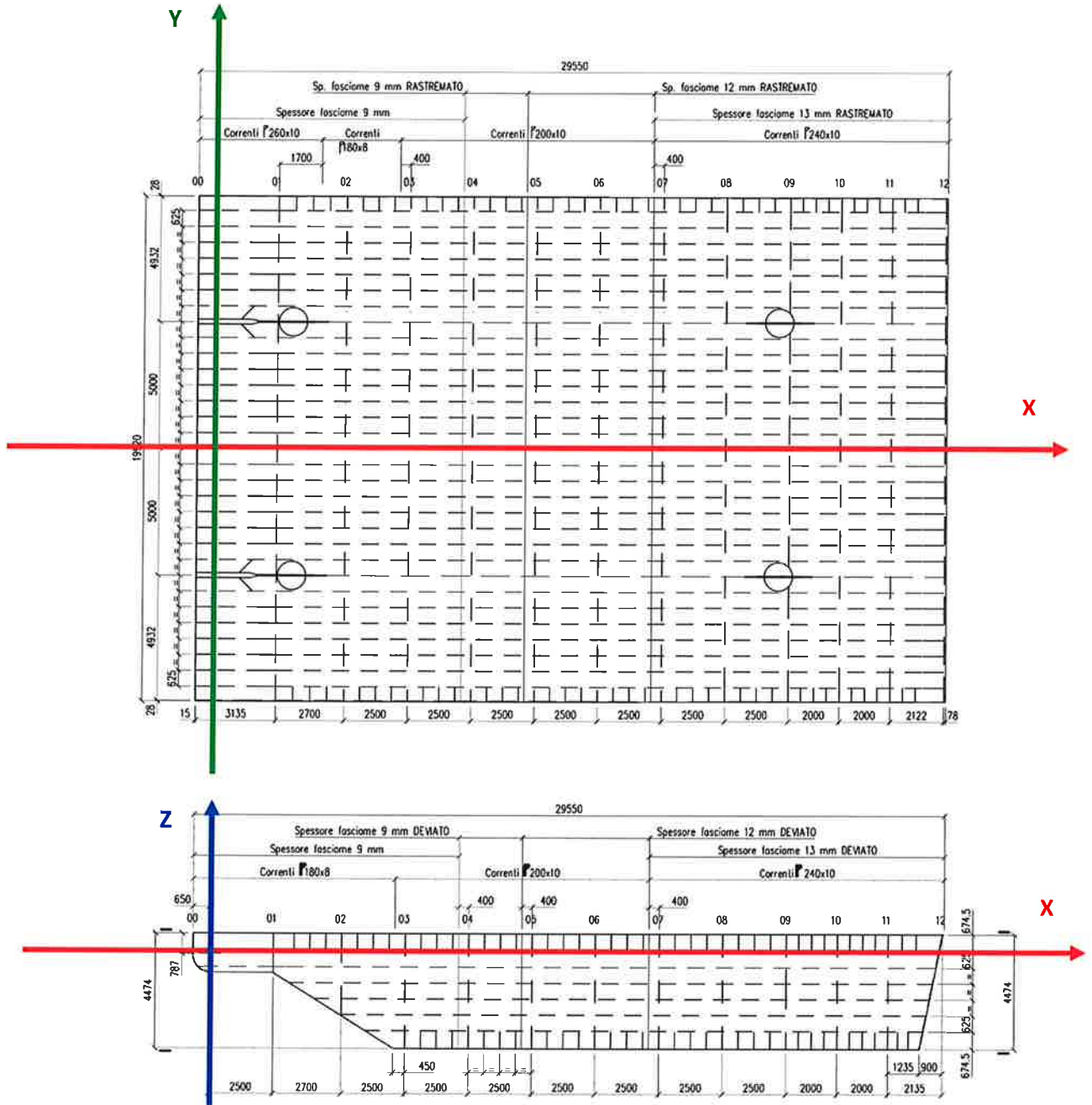
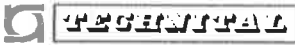


FIG. 4.3 – POSIZIONE SISTEMA DI RIFERIMENTO GLOBALE DEL MODELLO IN PIANTA E ALZATO

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 20 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

#### 4.5. Sovra-spessore di corrosione

Le verifiche strutturali vengono eseguite al netto dei seguenti sovra-spessori di corrosione, da applicare su ogni lato di esposizione dell'elemento strutturale, con riferimento ai criteri del Registro Italiano Navale (R.I.Na.) riportati nel "Regolamento per la classificazione delle navi":

- *esposizione lato esterno paratoia* = 0.5 mm
- *esposizione lato interno paratoia* = 1.0 mm

I sovra-spessori di corrosione sono stabiliti con riferimento a RINa 2000, Pt B, Ch 4, sec 2, Table 2.

Per ogni elemento:

- lato esterno 0,5 mm, assimilabile a "Altri locali, Mare ed aria esterni"
- lato interno 1,0 mm, assimilabile a "Cisterne di zavorra"

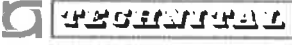
Pertanto, nelle situazioni ricorrenti si ha:

- per la lamiera del fasciame esterno si assume una riduzione di  $0,5+1,0 = 1,5$  mm (una superficie esposta al mare una interna)
- per un piatto all'interno si assume una riduzione  $1,0+1,0 = 2,0$  mm (le superfici sono entrambe all'interno)
- per i ferri a bulbo si assume una riduzione di  $1,0+1,0 = 2,0$  mm (le superfici sono all'interno)
- per le lamiere della struttura di supporto parabordi si assume una riduzione di  $0,5 + 0,5 = 1$  mm (le superfici sono esposte al mare su entrambi i lati)

Nel modello tutti gli elementi sono schematizzati al netto del sovra-spessore di corrosione, mentre le densità adottate per i materiali di ogni elemento sono calcolate tenendo conto anche del peso corrispondente allo spessore nominale. Si vedano anche la tabella al successivo punto e le indicazioni nel capitolo 5.

Circa la rappresentazione dei sovra-spessori di corrosione, gli assi geometrici degli elementi netti (dedotti i sovra-spessori) sono disposti in corrispondenza degli allineamenti teorici della struttura, riportati nei disegni di progetto e nella figura precedente.



|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 21 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

#### 4.6. Modello della paratoia

La struttura è stata schematizzata con le seguenti tipologie di elemento:

- piastra
- trave
- elemento 3D o brick

Non sono utilizzati elementi a comportamento membranale.

La modellazione adottata è intermedia tra il 2° e il 3° livello di schematizzazione definiti nella Guida R.I.Na. ai par. 1.3.3 e 1.3.4.

La schematizzazione con gli elementi piastra è stata eseguita utilizzando quadrilateri o triangoli facendo in modo di rispettare il più possibile i seguenti limiti geometrici:

- elementi quadrilateri

$$\frac{\text{Lato maggiore}}{\text{Lato minore}} \leq 2 \quad (\text{per un ridotto numero di elementi è consentito arrivare}$$

fino a 4)

$$60^\circ \leq \text{angolo} \leq 120^\circ$$

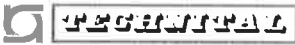
- elementi triangolari

$$30^\circ \leq \text{angolo} \leq 120^\circ$$

Le dimensioni di ingombro della paratoia sono:

- lunghezza totale                      29,55 m
- larghezza                                      19,92 m
- altezza    4,50m

L'elemento piastra (plate) base ha, in genere, 4 nodi e forma quadrata con lato da 156,25 mm, che è un sottomultiplo degli interassi ricorrenti (ad esempio, essendo tipicamente 625 mm l'interasse tra i bulbi, il fasciame tra due bulbi contigui è modellato da 4 elementi piastra).

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 22 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

In situazioni particolari di raccordo fra vari elementi strutturali, per continuità nel modello a elementi finiti, tali dimensioni possono diminuire, oppure l'elemento può diventare triangolare o trapezio.

Gli elementi tridimensionali schematizzanti la lamiera da 60 mm hanno, in genere, 8 nodi e forma di parallelepipedo con base quadrata di lato pari ad un terzo dell'elemento piastra base e spessore 29 mm.

Gli elementi tridimensionali schematizzanti la lamiera da 180 mm hanno, in genere, 8 nodi e forma di parallelepipedo con base quadrata pari all'elemento piastra base e spessore 89 mm.

Le lamiere di grande spessore sono pertanto modellate con due elementi nello spessore, tenendo conto della riduzione dello spessore per corrosione.

Tutti gli elementi plate sono stati considerati aventi cerniere con asse nel piano dell'elemento in corrispondenza dell'unione con gli elementi brick, cioè non sono presenti incastri tra elementi plate e gli elementi brick.

Ulteriori dettagli sono forniti nel documento MV080P-PE-MAR-2001.

Il modello è composto da:

- 127.847 nodi
- 18.156 elementi trave
- 116.365 elementi piastra
- 11.532 elementi tridimensionali

Nella tabella seguente si riporta la sintesi degli elementi utilizzati per ogni componente della paratoia, indicando la funzione nel complesso strutturale, il tipo e lo spessore, mentre nei successivi paragrafi si riportano precisazioni sugli elementi e sulla schematizzazione adottata e i dettagli del modello per ogni tipologia di elemento in base alla sua funzione.

| Funzione                                 | posizione                                   | tipo   | elemento Algor   | spessore nominale (mm) | riduzione per corrosione (mm) |
|--|---|--|------------------|------------------------|-------------------------------|
| Fasciami esterni                         | superiore                                   | lamiera  | piastra          | 9-12-13                | 1,5                           |
|  | inferiore                                   | lamiera  | piastra          | 9-12-13                | 1,5                           |
|  | laterale                                    | lamiera  | piastra          | 9-12-13                | 1,5                           |
|  | posteriore                                  | lamiera  | piastra          | 9-13                   | 1,5                           |
|  | anteriore                                   | lamiera  | piastra          | 13                     | 1,5                           |
|  | ossatura 01                                 | lamiera  | piastra          | 9-20                   | 1,5                           |
|  | inferiore sotto pinna                       | lamiera  | piastra          | 20                     | 1,5                           |
| Fasciami interni (paratie longitudinali) | tipici (15 mm solo per irrigidimenti pinne) | lamiera  | piastra          | 10-12                  | 2                             |
|  | irrigidimenti pinne                         | lamiera  | piastra          | 20                     | 2                             |
|  | zone recessi twist lock                     | lamiera  | piastra          | 30                     | 2                             |
|  | zone recessi twist lock                     | lamiera  | brick            | 60                     | 2                             |
|  | pinna                                       | lamiera  | brick            | 180                    | 2                             |
| Rinforzi ordinari                        | paratie longitudinali e diaframma telaio 09 | piatti   | piastra          | 11                     | 2                             |
|  | piatti fasciame posteriore                  | piatti   | piastra          | 12-15                  | 1,5                           |
|  | fasciami esterni                            | ferri a bulbo - anima<br>ferri a bulbo - bulbo | piastra<br>trave | max<br>Hp 300x13       | 2                             |
| Squadre                                  | spigoli                                     | piatti   | piastra          | 10                     | 2                             |
| Piatti rinforzo fori                     | paratie longitudinali                       | piatti   | trave            | 11                     | 2                             |
| Telai rinforzati                         | ossatura 02                                 | lamiera<br>piattabande                         | piastra<br>trave | 8-10<br>12             | 2                             |
|  | ossatura 03                                 | lamiera<br>piattabande                         | piastra<br>trave | 8-10<br>12             | 2                             |
|  | ossatura 04                                 | lamiera<br>piattabande                         | piastra<br>trave | 8-10<br>12             | 2                             |
|  | ossatura 05                                 | lamiera<br>piattabande                         | piastra<br>trave | 8-10<br>12             | 2                             |
|  | ossatura 06                                 | lamiera<br>piattabande                         | piastra<br>trave | 8-10<br>12             | 2                             |
|  | ossatura 07                                 | lamiera<br>piattabande                         | piastra<br>trave | 8-12<br>14             | 2                             |
|  | ossatura 08                                 | lamiera<br>piattabande                         | piastra<br>trave | 8-12<br>14             | 2                             |
|  | ossatura 09                                 | lamiera<br>piattabande                         | piastra<br>trave | 8-12<br>14             | 2                             |
|  | ossatura 10                                 | lamiera<br>piattabande                         | piastra<br>trave | 8-12<br>14             | 2                             |
|  | ossatura 11                                 | lamiera<br>piattabande                         | piastra<br>trave | 8-12<br>14             | 2                             |
|  | diaframma centrale                          | lamiera<br>piattabande                         | piastra<br>trave | 10-12<br>12-14         | 2                             |
| Telaio ammortizzatori                    | ossatura 11                                 | lamiera  | piastra          | 10                     | 1                             |
|  |   | piattabande                                    | trave            | 10                     | 1                             |
|  |   | lamiera  | piastra          | 20                     | 1                             |

TAB. 4.1 - ELEMENTI TIPICI, SPESSORI NOMINALI E RIDUZIONE PER CORROSIONE

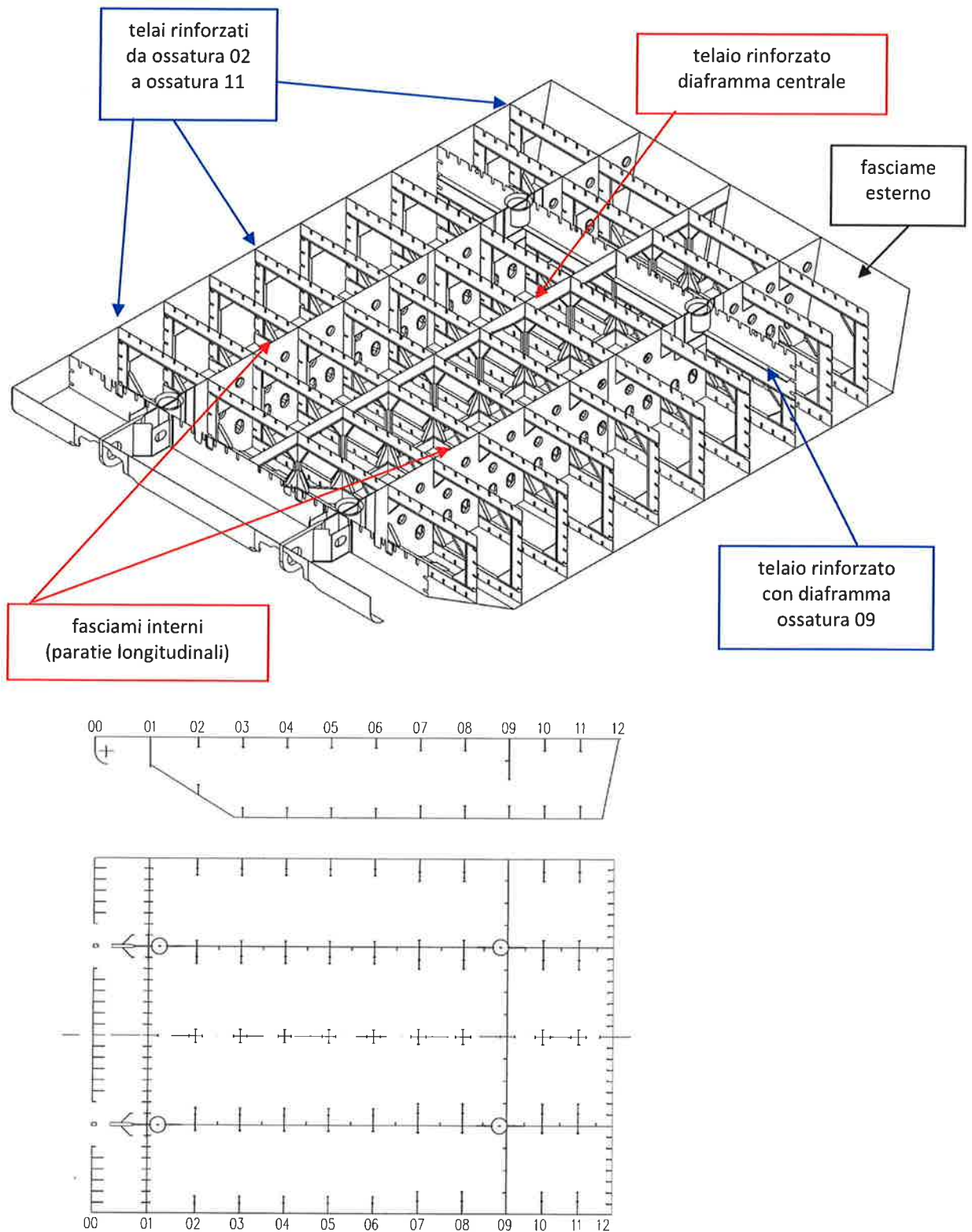


FIG. 4.4 - ELEMENTI PARATOIA E NUMERAZIONE OSSATURE

## 4.7. Fasciami

### 4.7.1. Fasciami esterni

I fasciami esterni sono stati schematizzati con elementi piastra aventi uno spessore 9 mm, 12 mm, 13 mm o 20 mm (solo per i rinforzi locali sotto le pinne), ridotto di 1,5 mm quale sovra-spessore di corrosione.

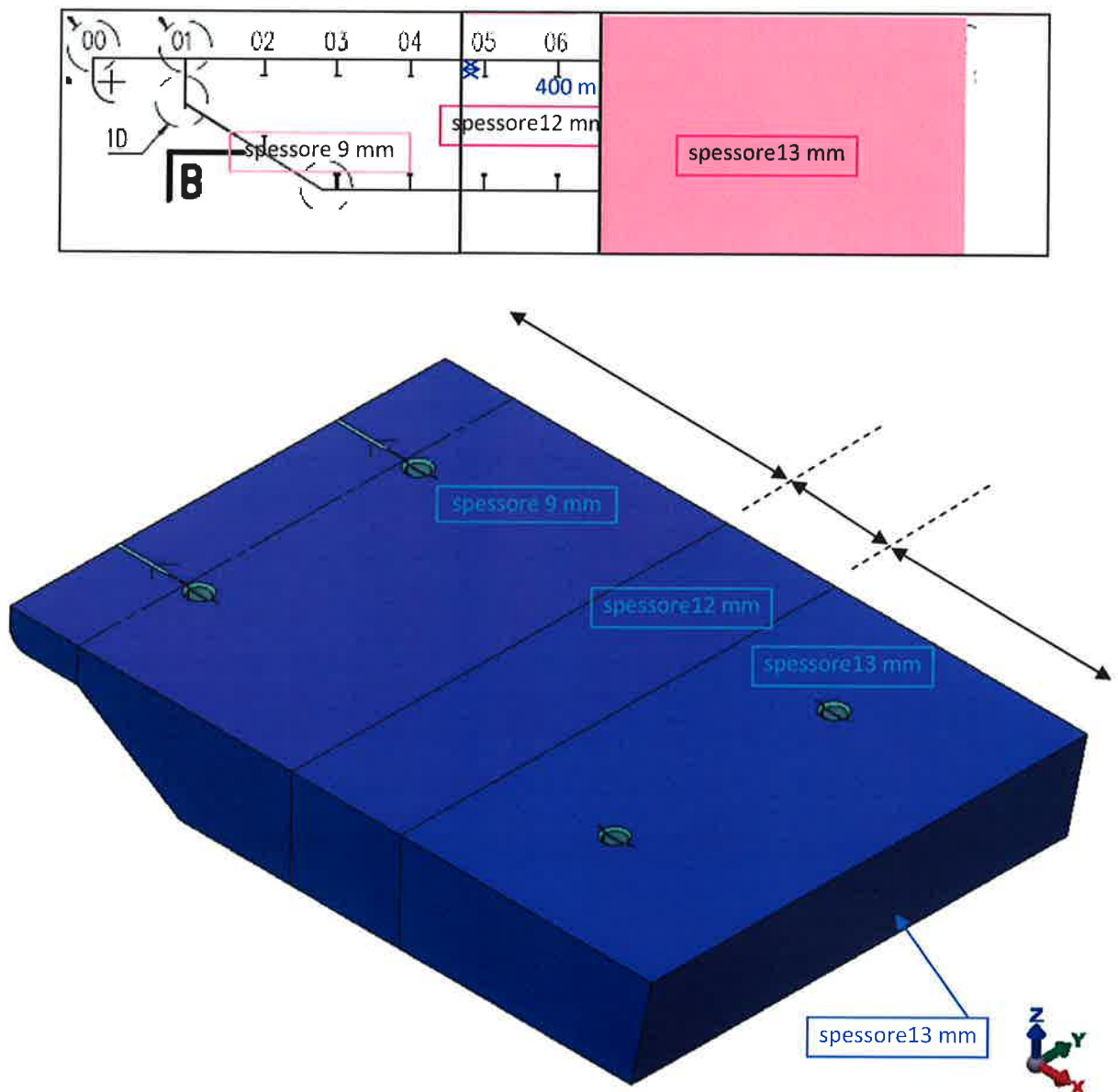
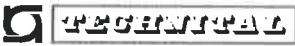


FIG. 4.5 – FASCIAMI ESTERNI: VISTA LATERALE E SUPERIORE

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 26 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

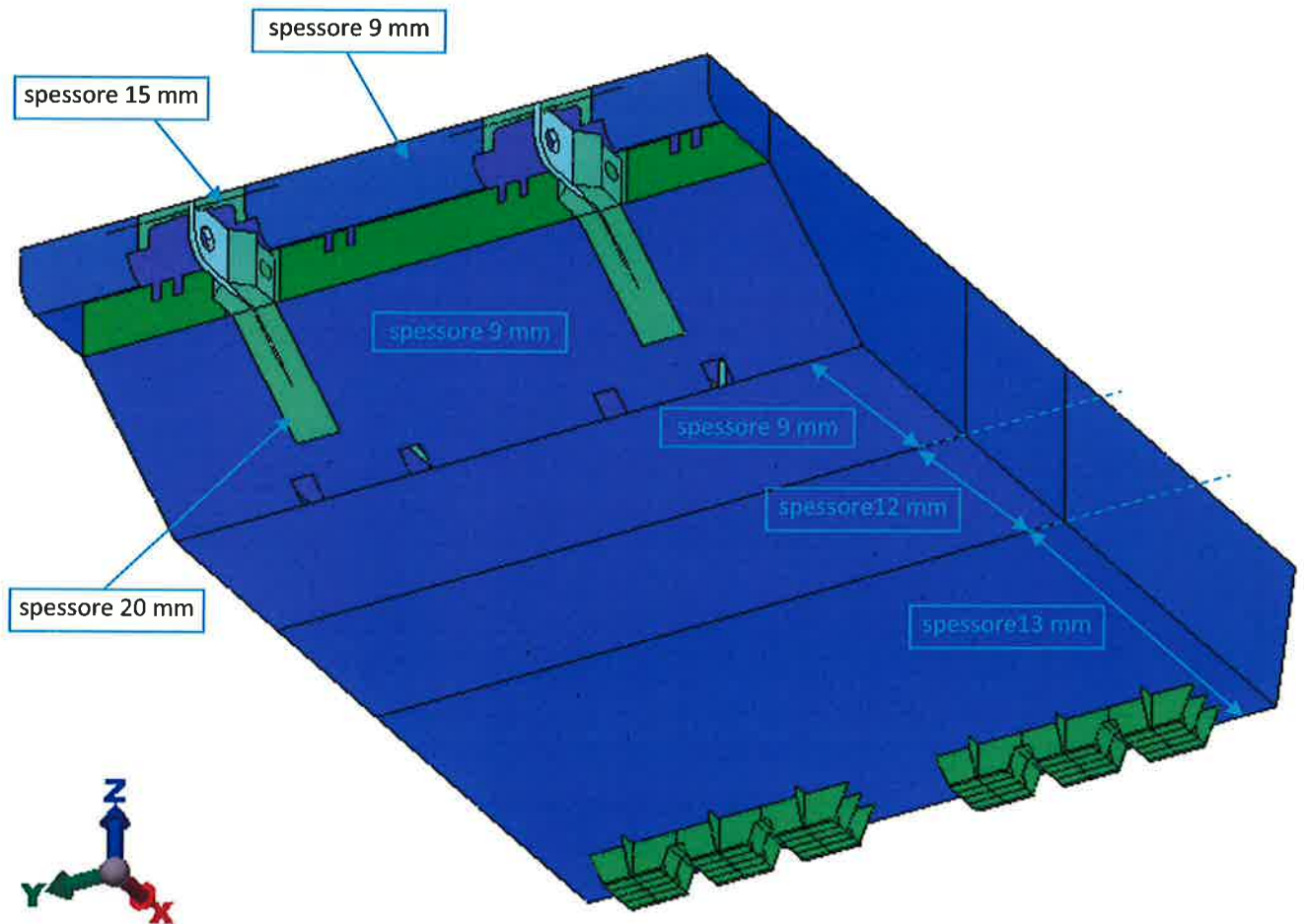



FIG. 4.6 – FASCIAMI ESTERNI: VISTA INFERIORE



|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 27 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

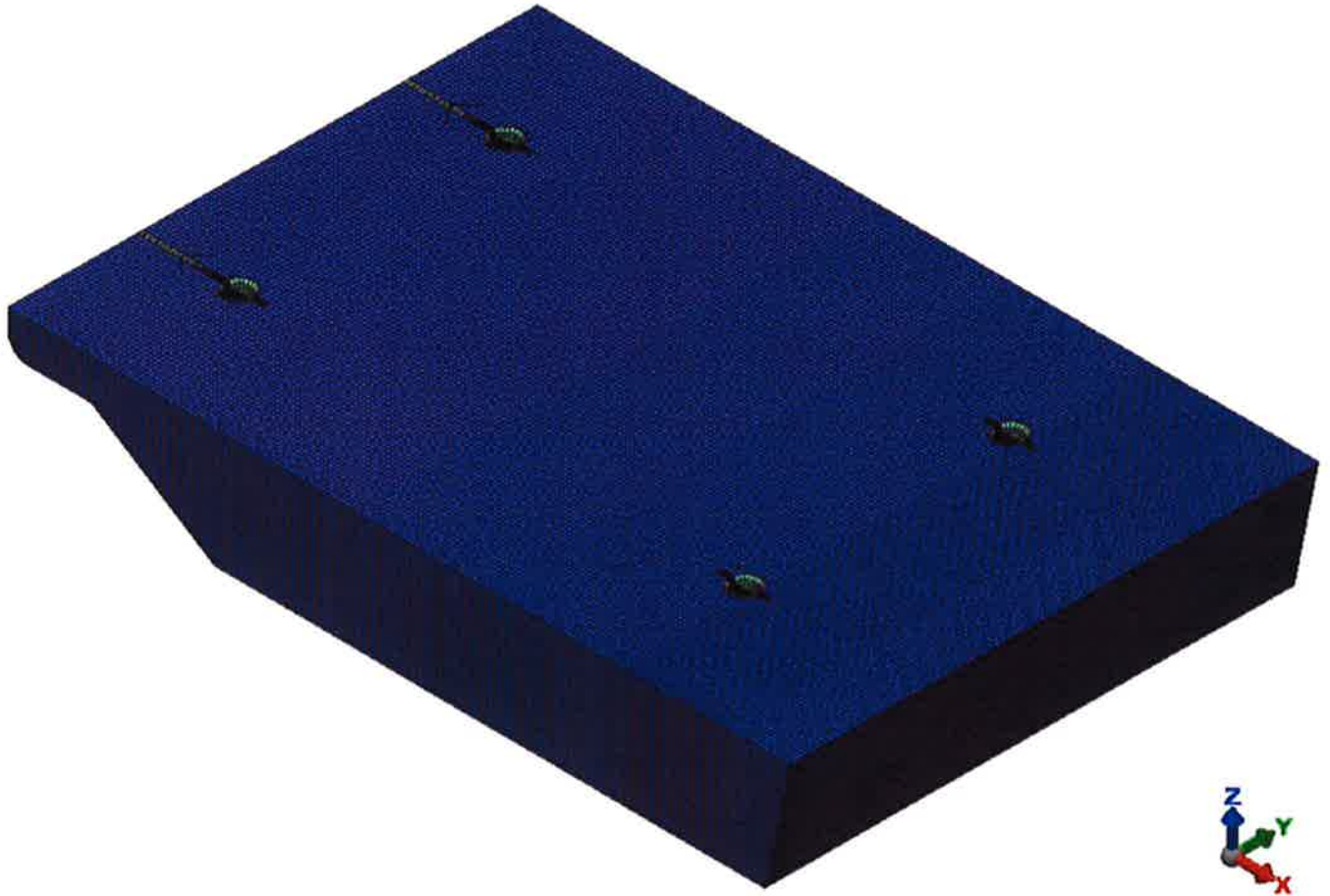


FIG. 4.7 – FASCIAMI ESTERNI: DETTAGLIO MESH

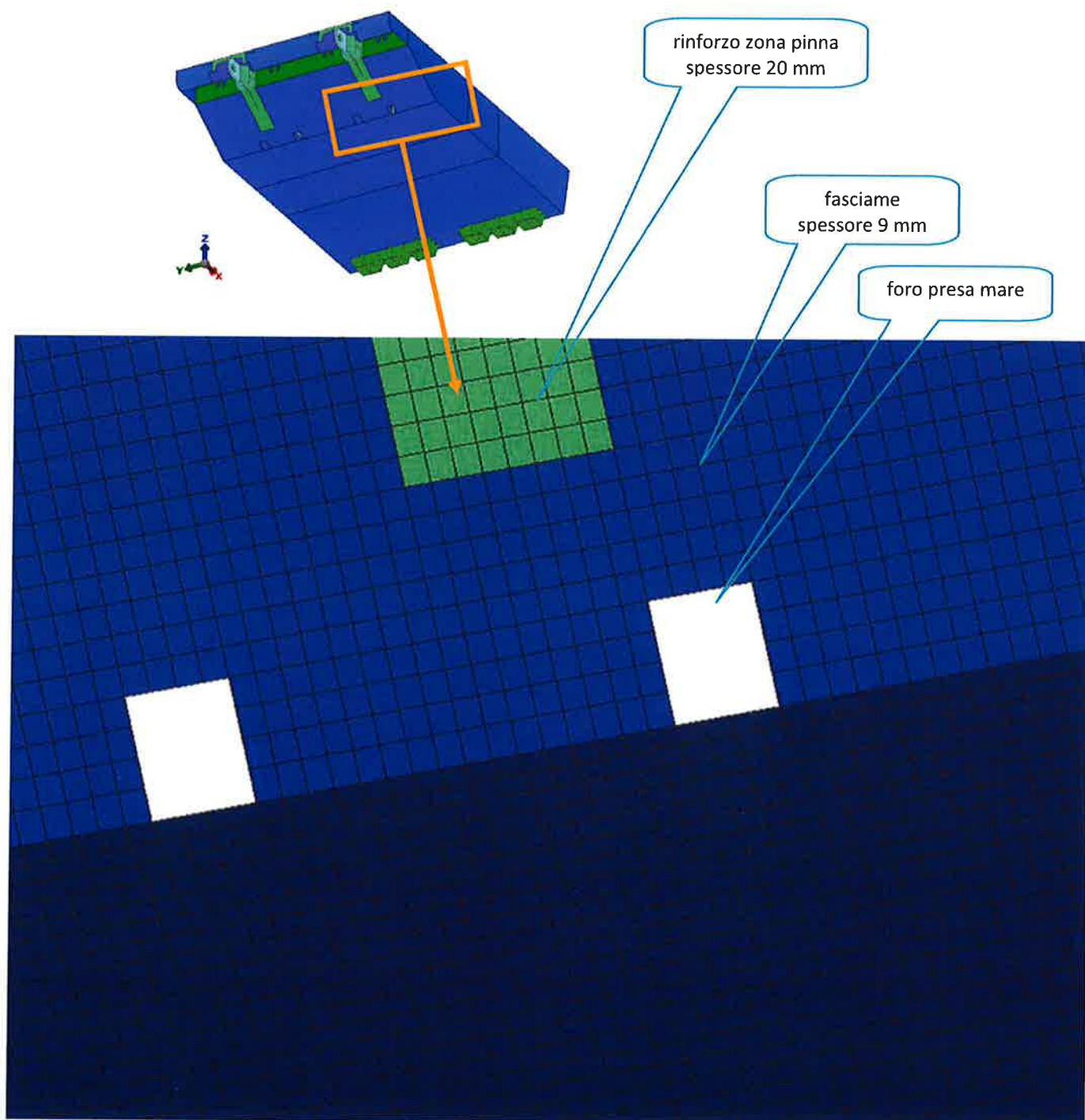


FIG. 4.8 – FASCIAMI ESTERNI: DETTAGLIO PRESE MARE VISTE DAL BASSO



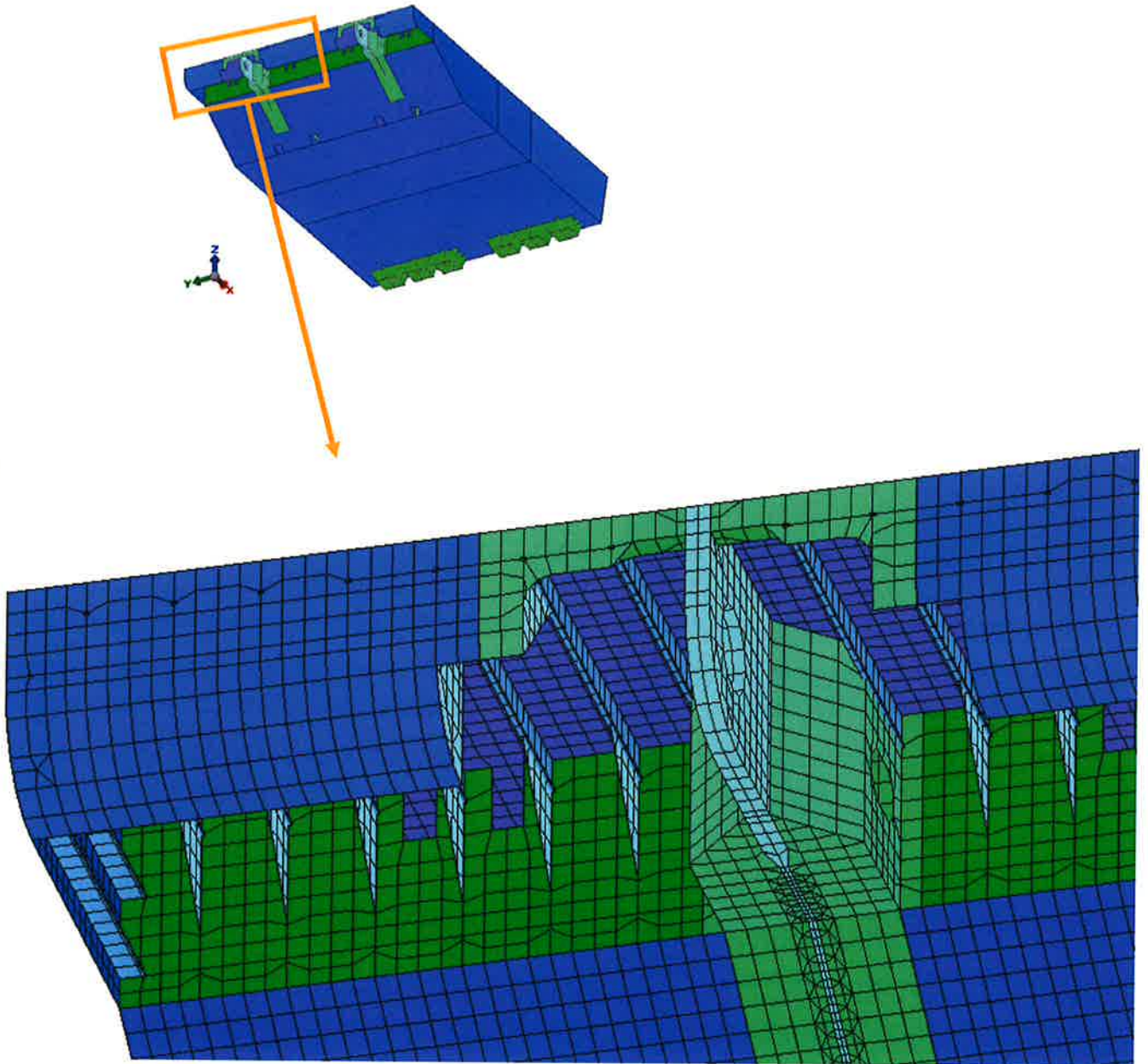



FIG. 4.9 – FASCIAMI ESTERNI: DETTAGLIO SFOGHI ARIA VISTI DAL BASSO

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 30 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

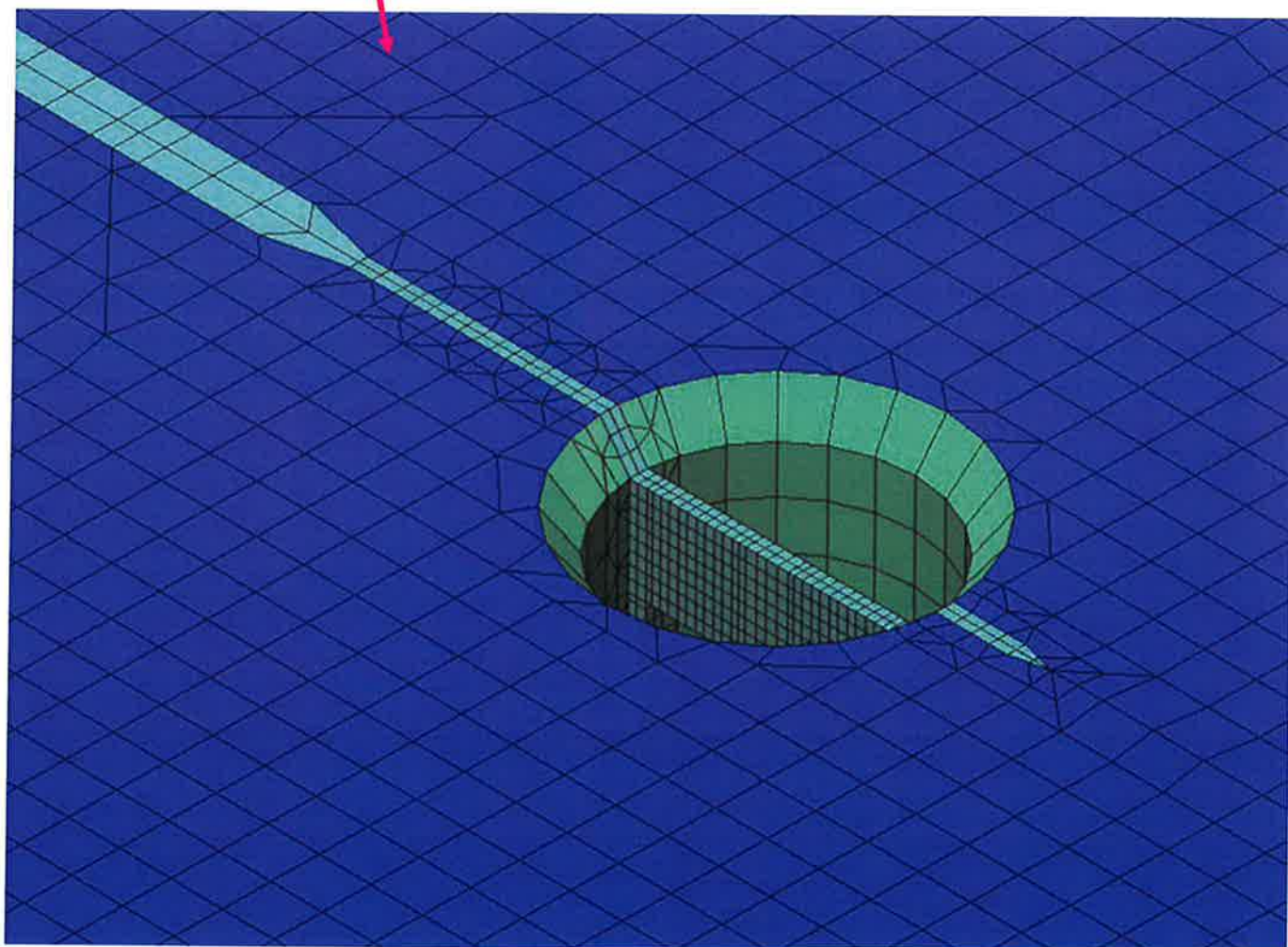
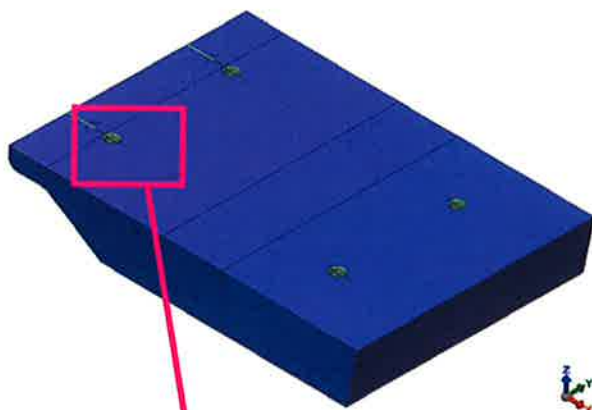
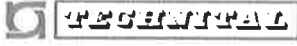


FIG. 4.10 – FASCIAMI ESTERNI: DETTAGLIO CAVA TWIST LOCK POSTERIORE



|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 31 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

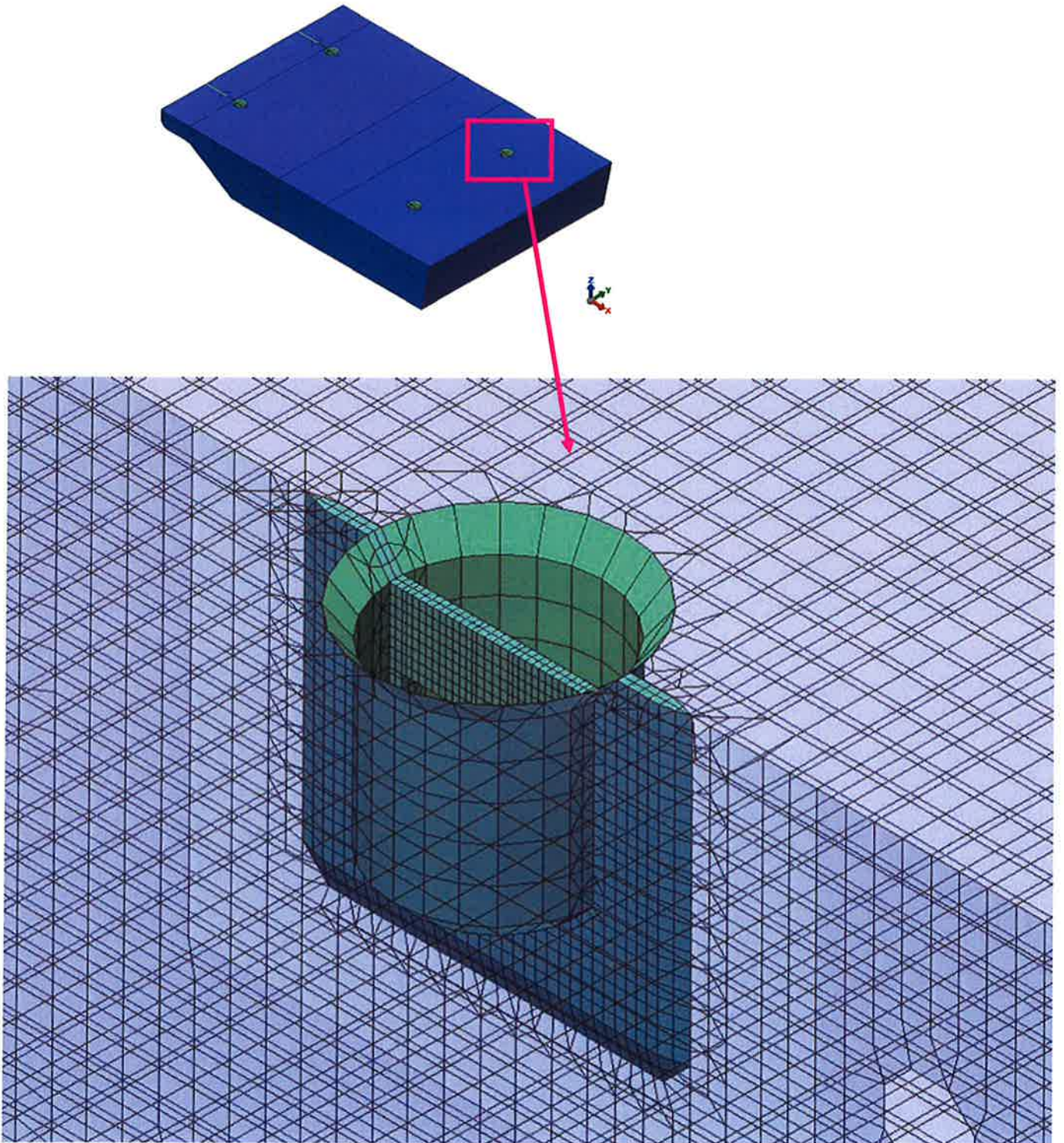
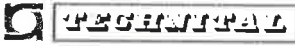


FIG. 4.11 – FASCIAMI ESTERNI: DETTAGLIO CAVA TWIST LOCK ANTERIORE

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 32 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

#### 4.7.2. Fasciami interni (diaframmi longitudinali)

I fasciami interni sono stati schematizzati con elementi piastra nelle zone in cui lo spessore è pari a 10, 12, 15, 20 e 30 mm (colore blu nella figura seguente), e con elementi tridimensionali nelle zone in cui lo spessore è 60 e 180 mm (in colore verde), raccordati agli elementi piastra. Lo spessore degli elementi è pari a quello indicato sui disegni, ridotto di 2,0 mm quale sovra-spessore di corrosione.

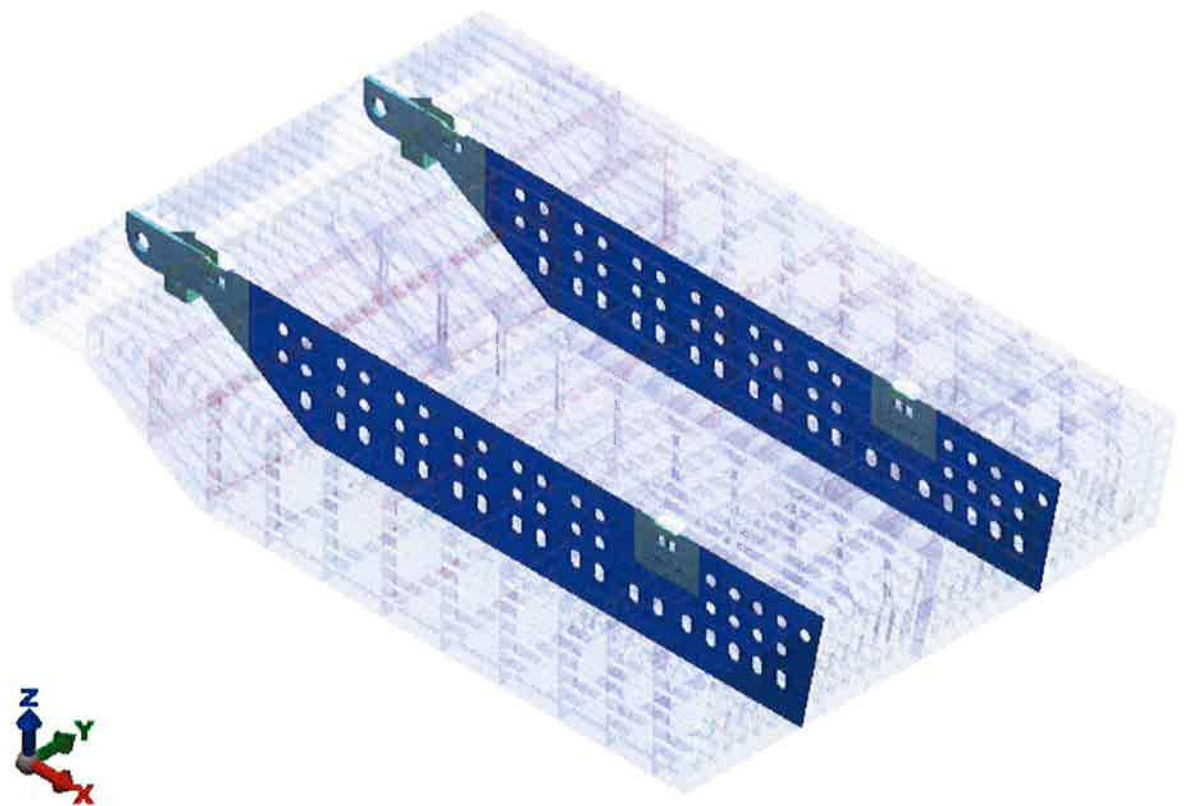



FIG. 4.12 – FASCIAMI INTERNI



|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  <b>TECNOLOGIA</b> | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 33 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

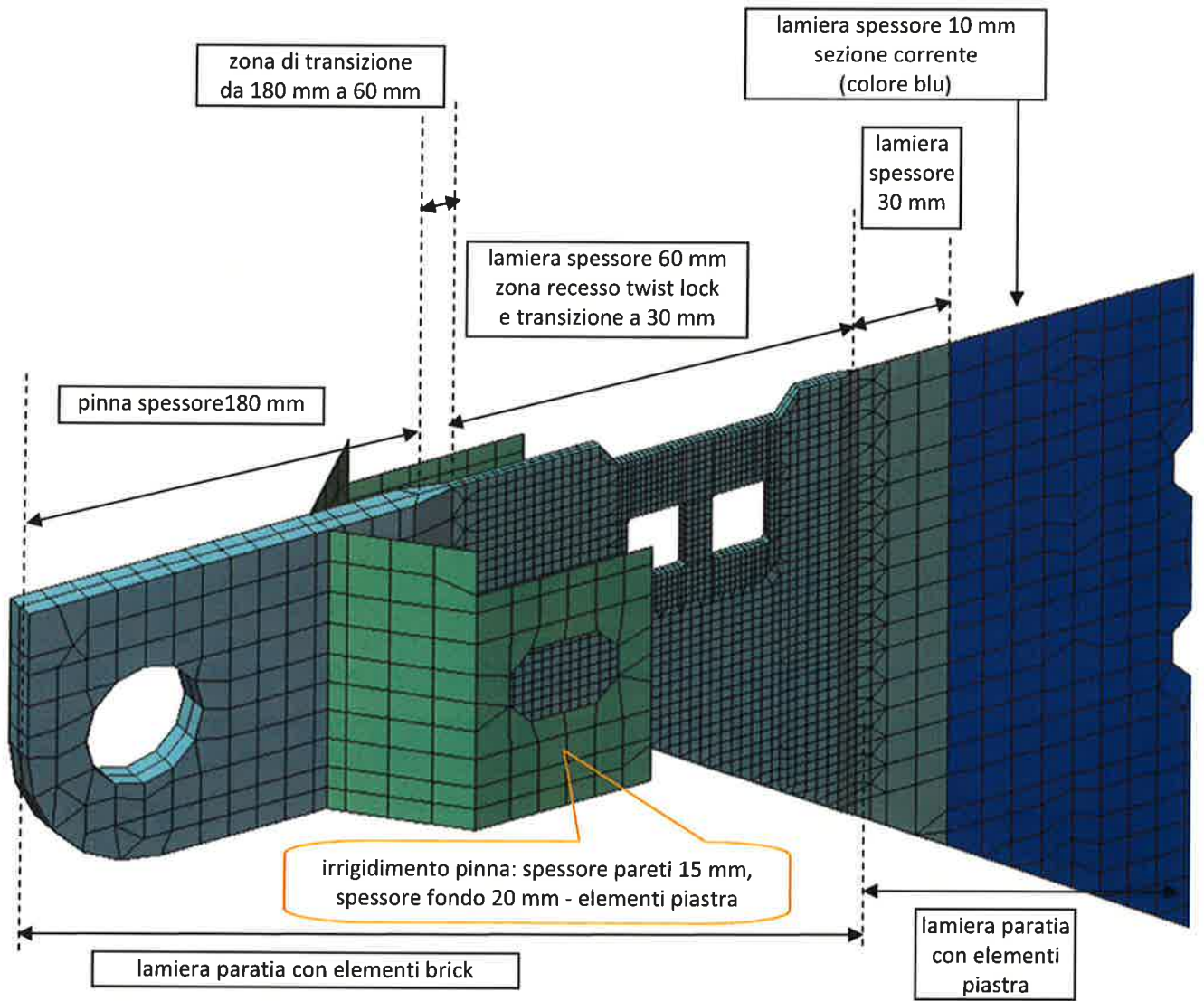


FIG. 4.13 – PARATIE LONGITUDINALI: DETTAGLIO PINNA E ZONA RECESSO TWIST LOCK POSTERIORE

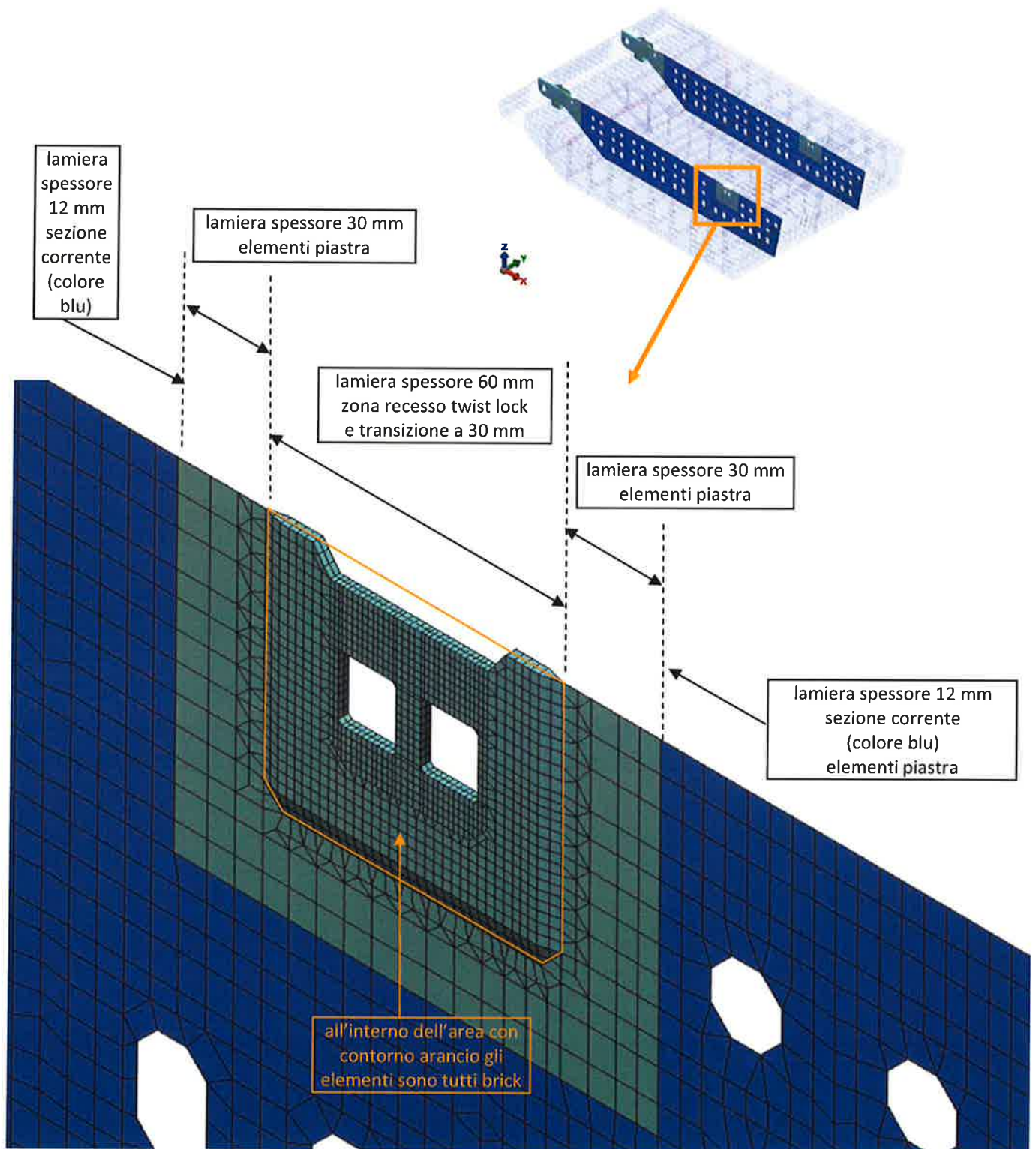


FIG. 4.14 – PARATIE LONGITUDINALI: DETTAGLIO ZONA RECESSI TWIST LOCK ANTERIORE



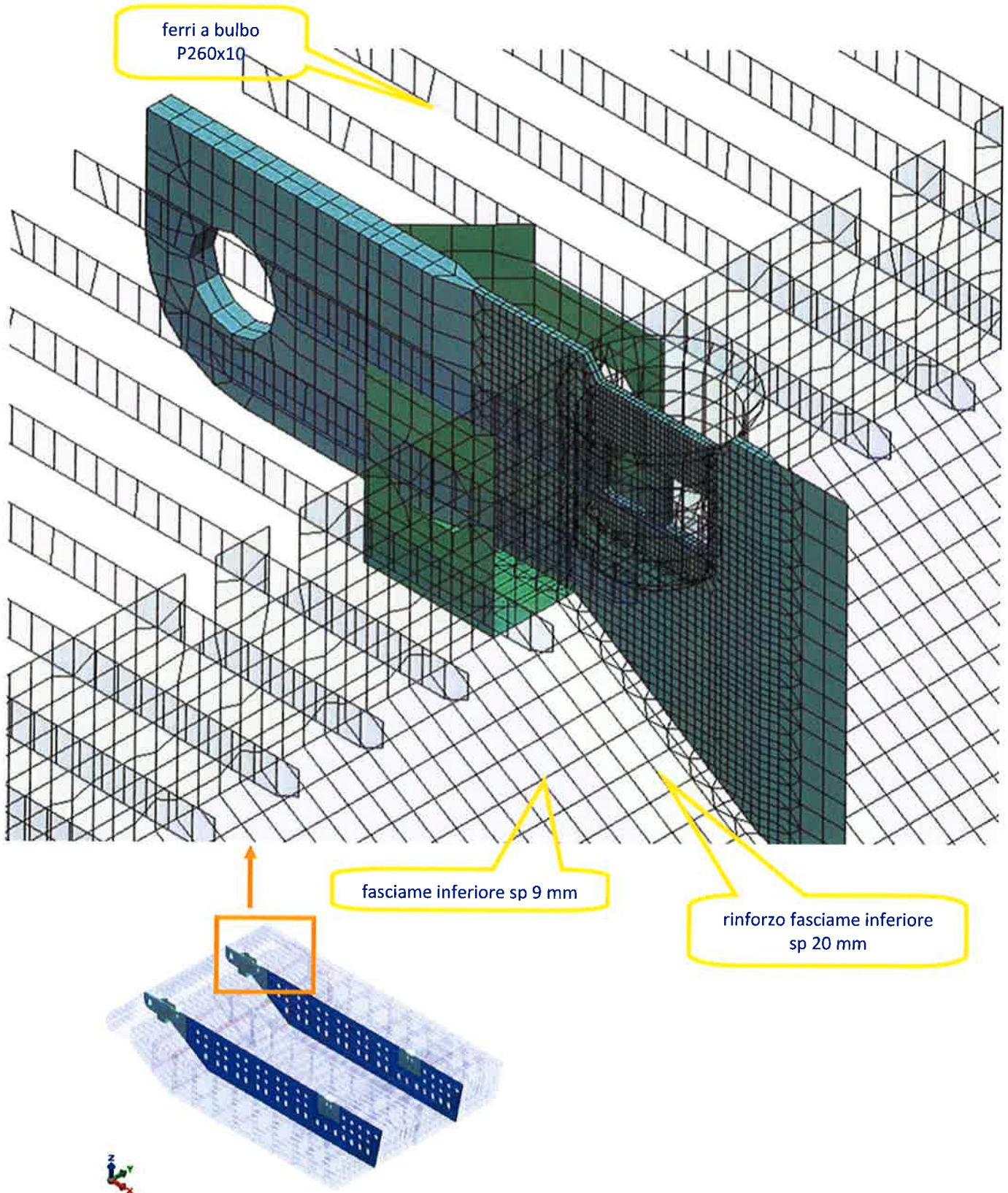



FIG. 4.15 – FASCIAMI INTERNI: DETTAGLIO RINFORZI ZONA CERNIERE

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 36 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

## 4.8. Rinforzi ordinari

### 4.8.1. Piatti

I piatti di rinforzo dei diaframmi longitudinali e del diaframma verticale dell'ossatura 09 sono stati schematizzati con elementi piastra di altezza pari al piatto e di spessore lordo 11 mm, ridotto di 2,0 mm quale sovra-spessore di corrosione.

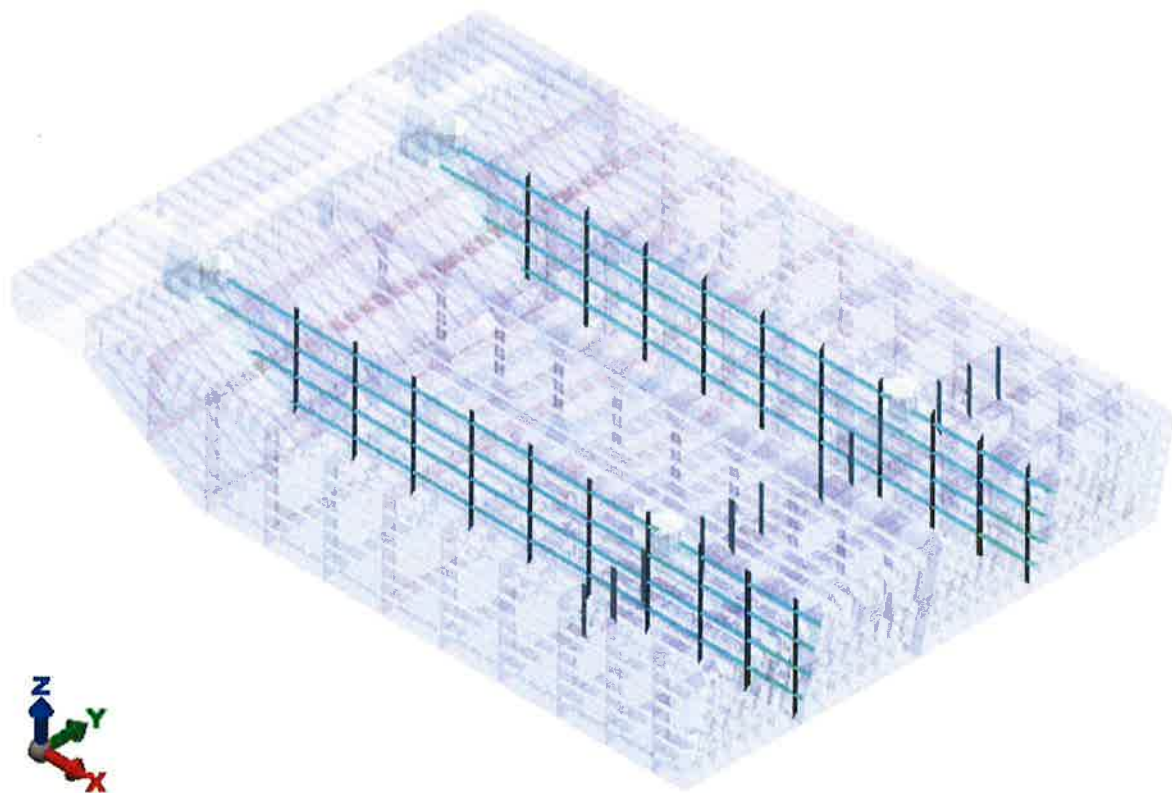


FIG. 4.16 – PIATTI DI RINFORZO SU PARATIE LONGITUDINALI E DIAFRAMMA OSS. 09



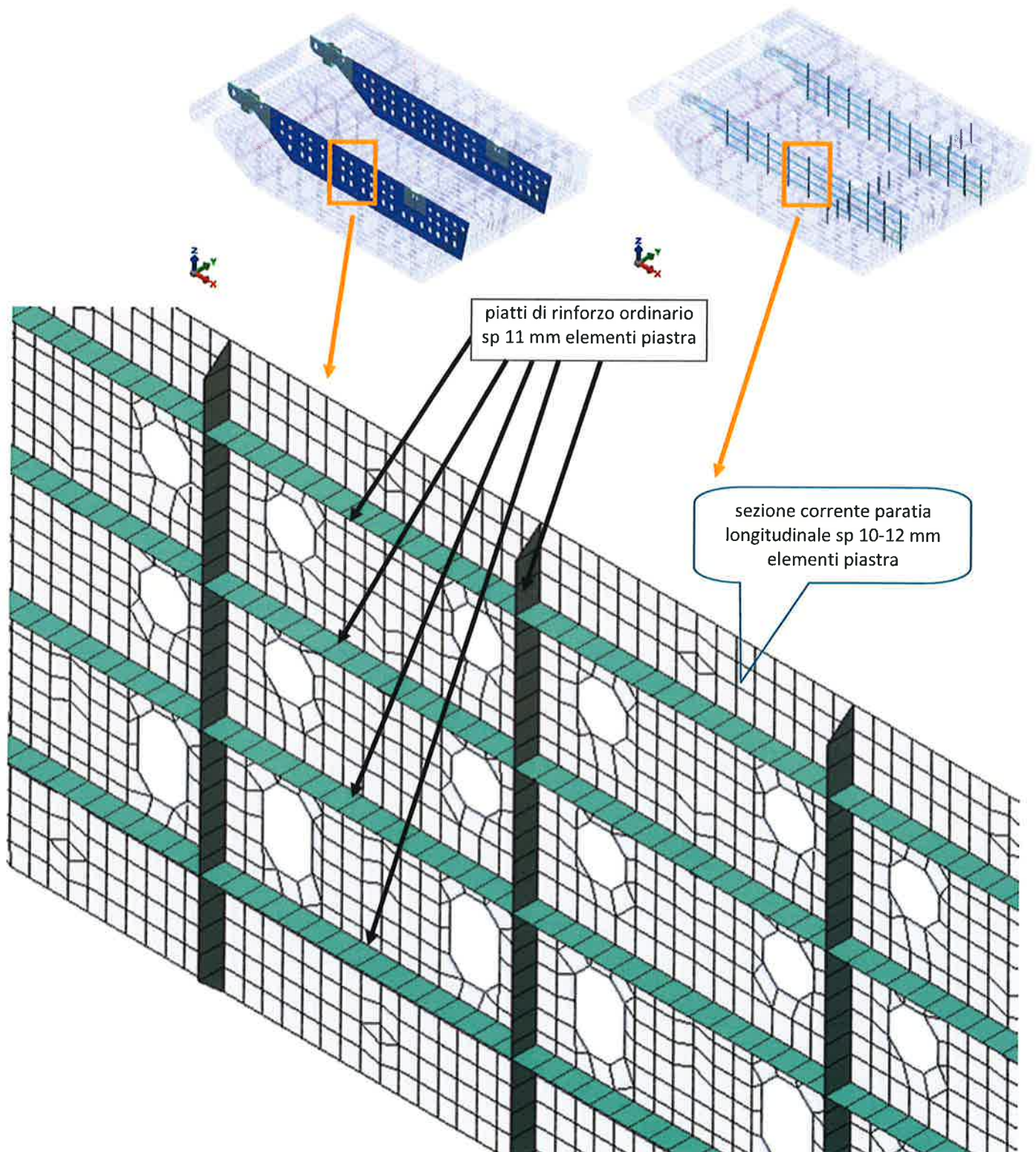
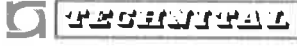


FIG. 4.17 – PIATTI DI RINFORZO: DETTAGLIO MESH SU PARATIE LONGITUDINALI

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 38 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

#### 4.8.2. Ferri a bulbo

Le sezioni dei ferri a bulbo riportate sui disegni vengono trasformate, secondo un criterio di equivalenza R.I.Na., in angolari con spessori di anima e piattabanda ridotti di 2,0 mm quale sovra-spessore di corrosione.

L'angolare così ottenuto viene schematizzato attraverso un elemento piastra, simulante l'anima del ferro, ed un elemento trave, simulante il bulbo, attraverso la trasformazione riportata in Fig. 4.18.

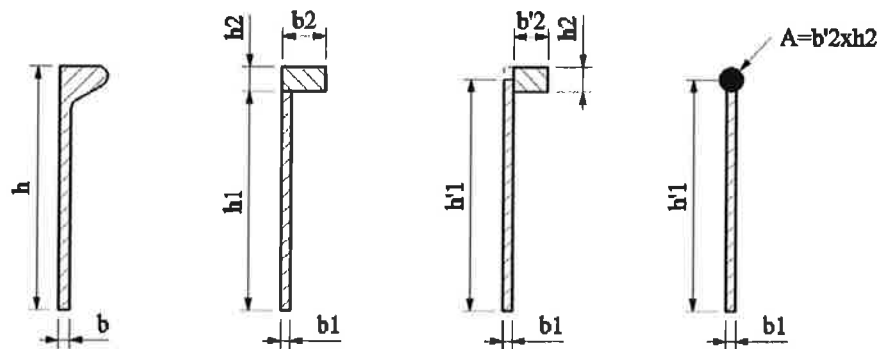


FIG. 4.18 – CONVERSIONE FERRI A BULBO

dove:

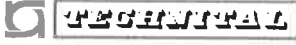
$h \times b$  = dimensioni bulbo.

Trasformazione secondo il metodo R.I.Na. (ref. Parte B, Capitolo 4, Sezione 3, Par. 3.2.1) con:

$$b1 = b - 2$$

$$h1 + h2 = h$$

Per avere il centro dell'elemento trave (ala del profilo) nella stessa posizione del suo baricentro reale, si esegue un'ulteriore trasformazione dell'angolare equivalente, aumentando l'altezza dell'anima e modificando la larghezza del bulbo in modo che l'area della sezione composta rimanga invariata. Tale ulteriore trasformazione permette una schematizzazione ad elementi finiti più simile alla realtà rispetto a quello che si otterrebbe considerando l'elemento trave in corrispondenza del punto più alto ( $h1$ ) dell'elemento plate costituente l'anima dell'angolare composto.

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 39 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

$$h'1 = h1 + \frac{h2}{2}$$

$$b'2 = b2 - \frac{b1}{2}$$

L'angolare così ottenuto viene schematizzato nel seguente modo:

- elemento piastra avente altezza pari ad h'1 e spessore b1;
- elemento trave con le caratteristiche geometriche di un rettangolo avente per lati b'2 e h2.

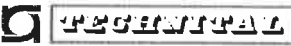
In Tab. 4.2 vengono riportati i dati dei ferri a bulbo considerati.

| Bulbo  | h1    | b1   | h2   | b2   | h'1    | b'2   |
|--------|-------|------|------|------|--------|-------|
| 180x8  | 162.4 | 6.0  | 17.6 | 30.9 | 171.20 | 27.87 |
| 200x10 | 180.3 | 8.0  | 19.7 | 35.9 | 190.15 | 31.85 |
| 240x10 | 215.9 | 8.0  | 24.1 | 41.8 | 227.95 | 37.82 |
| 260x10 | 233.7 | 8.0  | 26.3 | 44.8 | 246.85 | 40.81 |
| 300x13 | 269.4 | 11.0 | 30.6 | 53.8 | 284.70 | 48.28 |

TAB. 4.2 – CONVERSIONE BULBI

I ferri a bulbo sono:

- P180x8 sui fasciami dall'ossatura 00 alla 03 circa, con la sola esclusione del fasciame superiore, che è rinforzato nella zona tra l'ossatura 00 e l'ossatura 02 circa con ferri P260x10, come indicato in figura;
- P200x10 sui fasciami dall'ossatura 03 circa all'ossatura 07 circa;
- P240x10 sui fasciami dall'ossatura 07 circa all'ossatura 12;
- P300x13 sul fasciame anteriore;

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 40 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

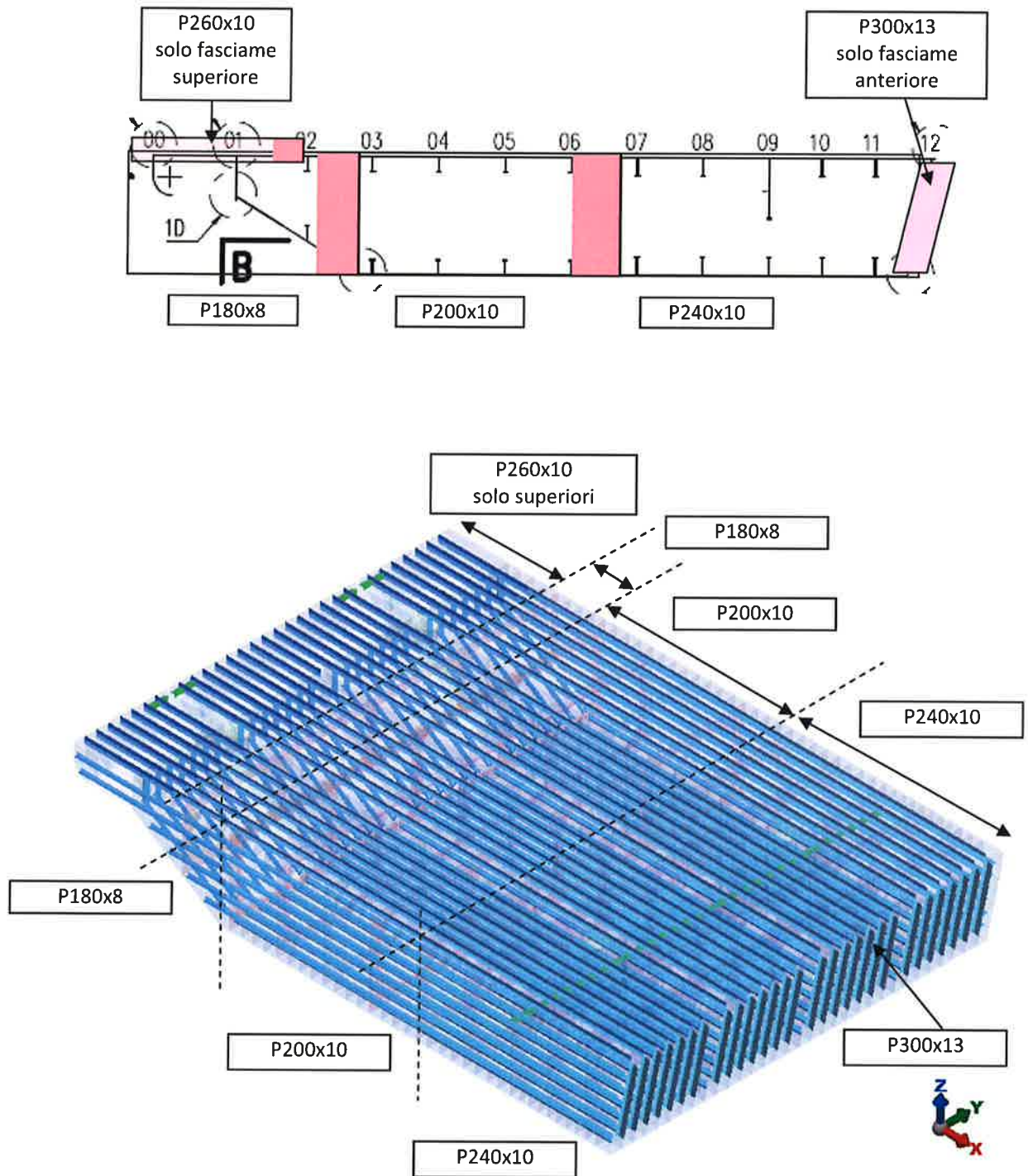
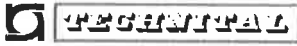


FIG. 4.19 – FERRI A BULBO



|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 41 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

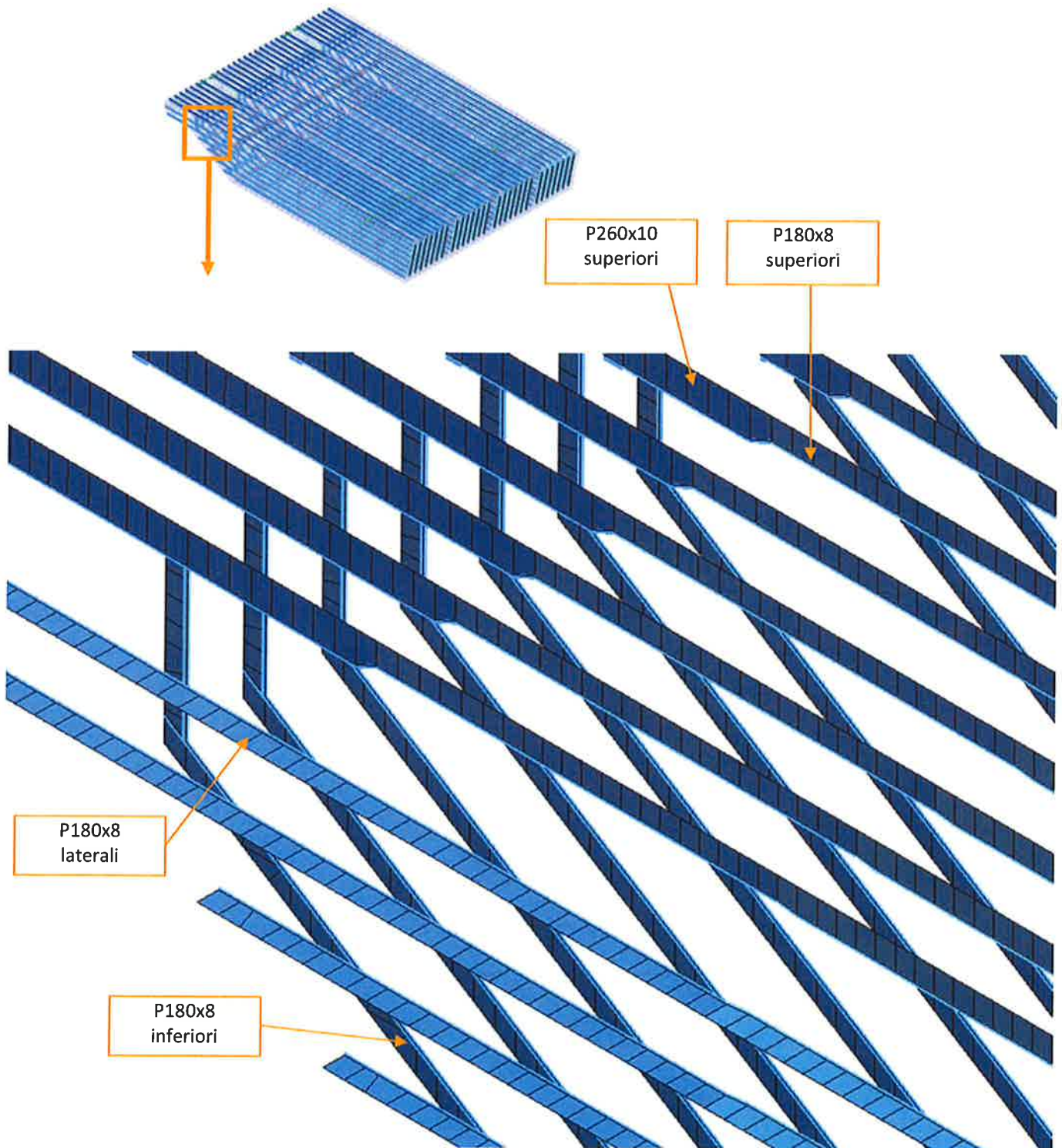



FIG. 4.20 – FERRI A BULBO: DETTAGLIO MESH (ZONA POSTERIORE ALTA)

|  |         |                   |  |            |
|--|---------|-------------------|--|------------|
|  <b>VERIFICHE STRUTTURALI</b> | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 42 |
|  | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

#### 4.9. Squadre

Le squadre sono state schematizzate con elementi piastra aventi spessore pari a 10 mm ridotto di 2,0 mm quale sovra-spessore di corrosione.

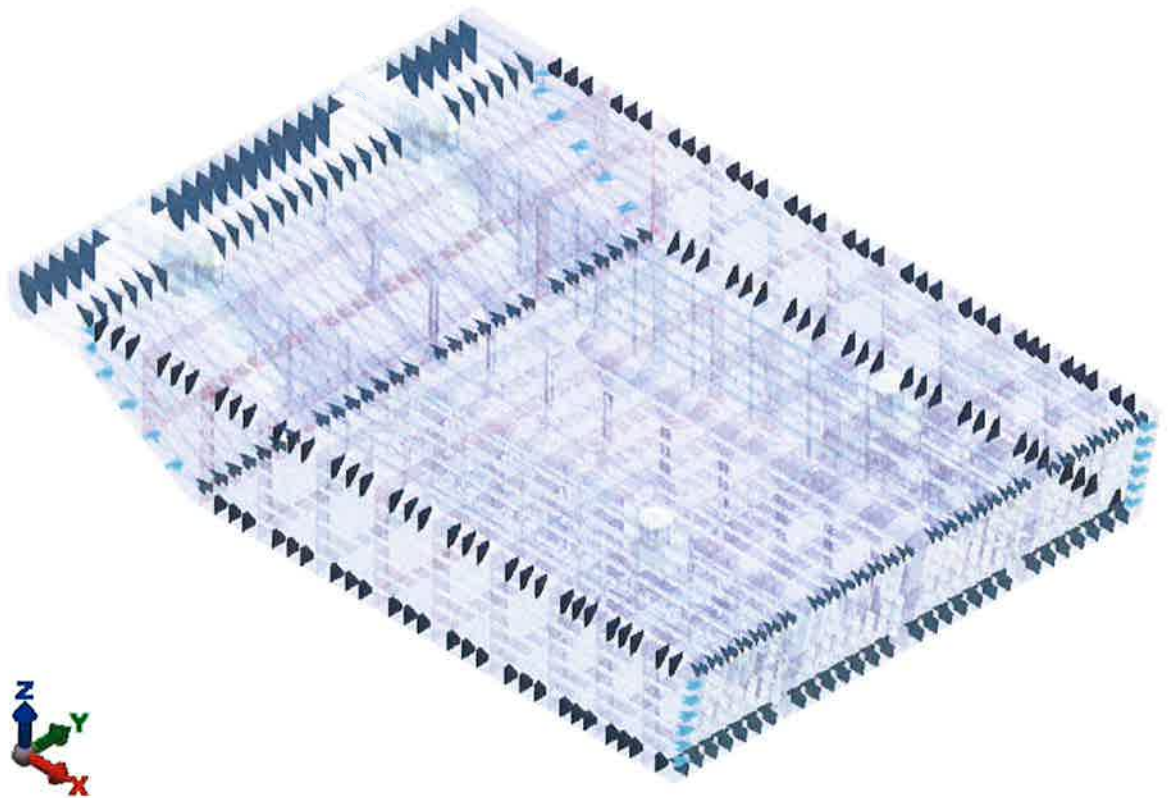



FIG. 4.21– SQUADRE



|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  <b>GENERALI</b> | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 43 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

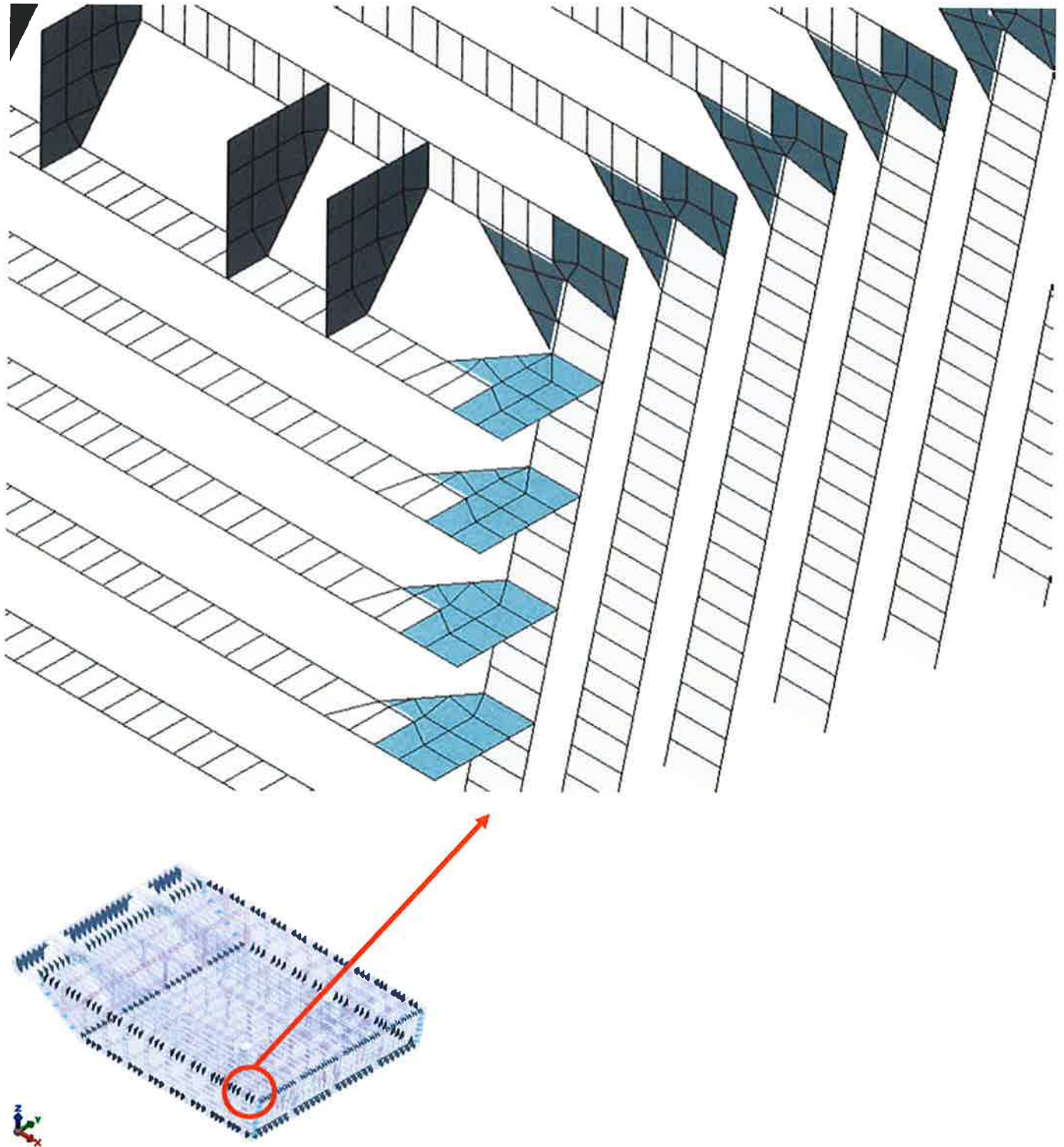



FIG. 4.22 – SQUADRE: DETTAGLIO MESH (ZONA ANTERIORE ALTA)

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  <b>TECNOSTRAL</b> | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 44 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

#### 4.10. Piatti di rinforzo fori

I piatti di rinforzo dei fori dei diaframmi longitudinali sono stati schematizzati con elementi trave aventi la stessa larghezza del piatto indicato sul disegno, spessore lordo 11 mm, ridotto di 2,0 mm per tener conto dei sovra-spessori di corrosione.

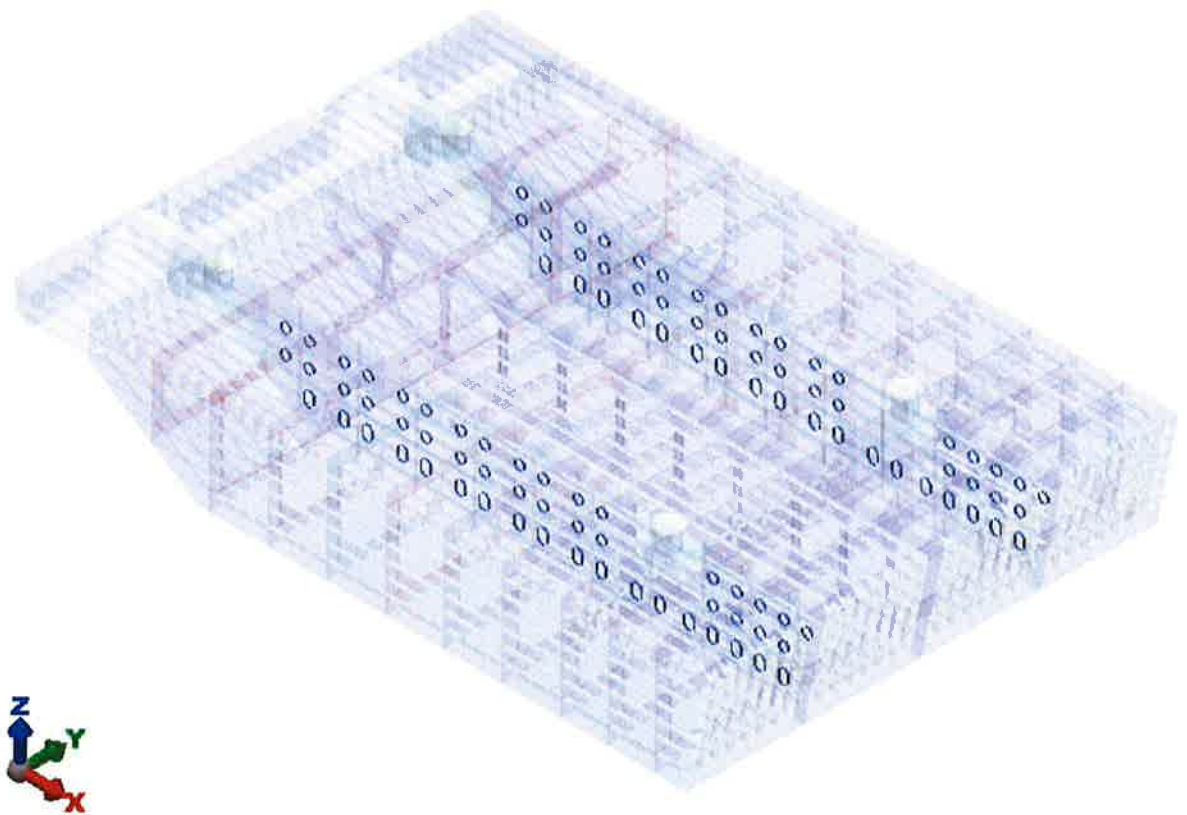


FIG. 4.23 – PIATTI RINFORZO FORI



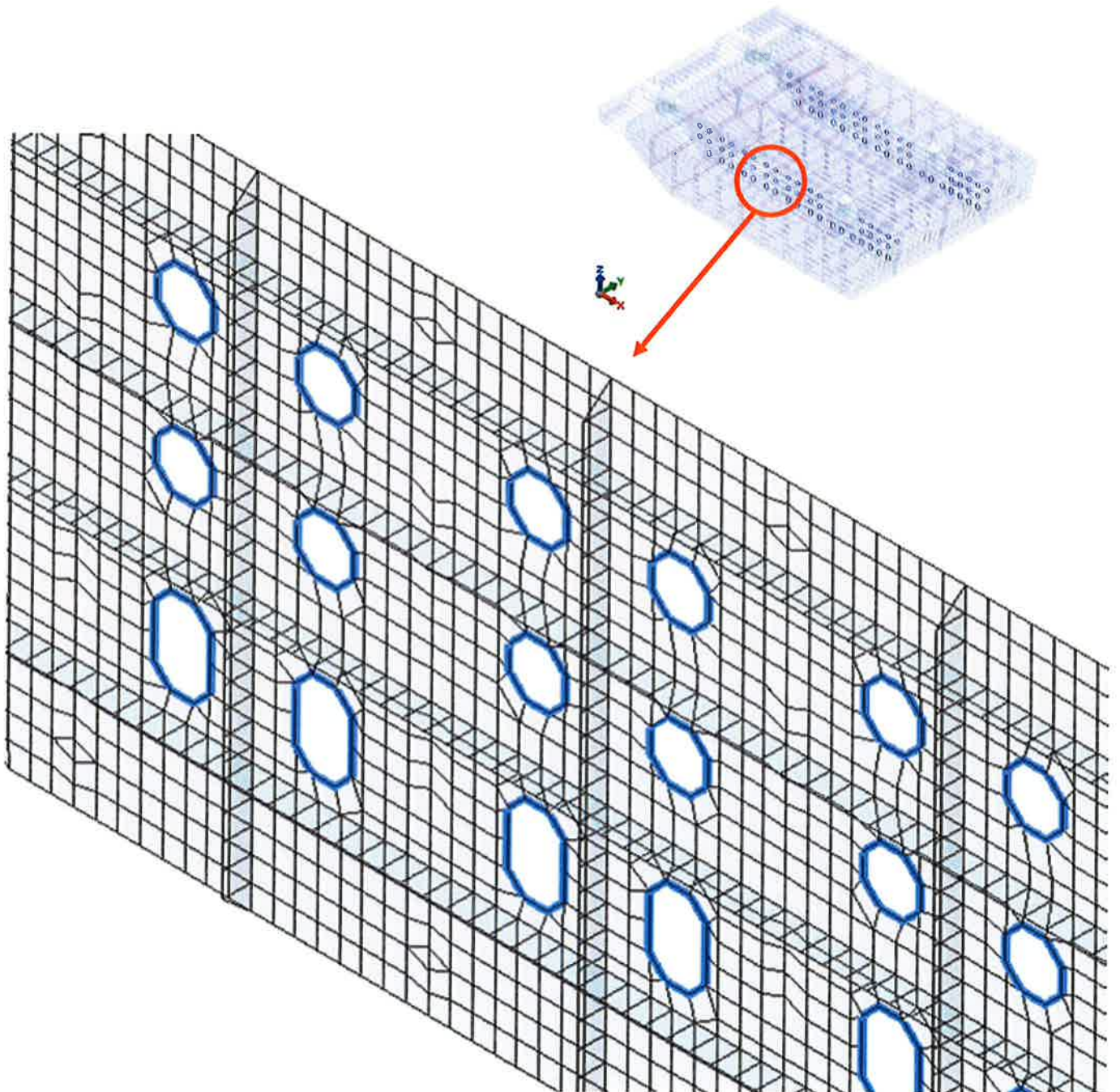
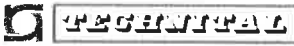


FIG. 4.24 – PIATTI RINFORZO FORI: DETTAGLI

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 46 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

#### 4.11. Telai rinforzati

Le anime delle travi rinforzate vengono schematizzate con elementi piastra, in numero di almeno tre sull'altezza.

Le piattabande delle travi rinforzate vengono schematizzate come travi.

Per tener conto dei sovra-spessori di corrosione gli spessori delle anime e delle piattabande delle travi rinforzate, usati nelle verifiche, sono quelli a disegno diminuiti di 2,0 mm.

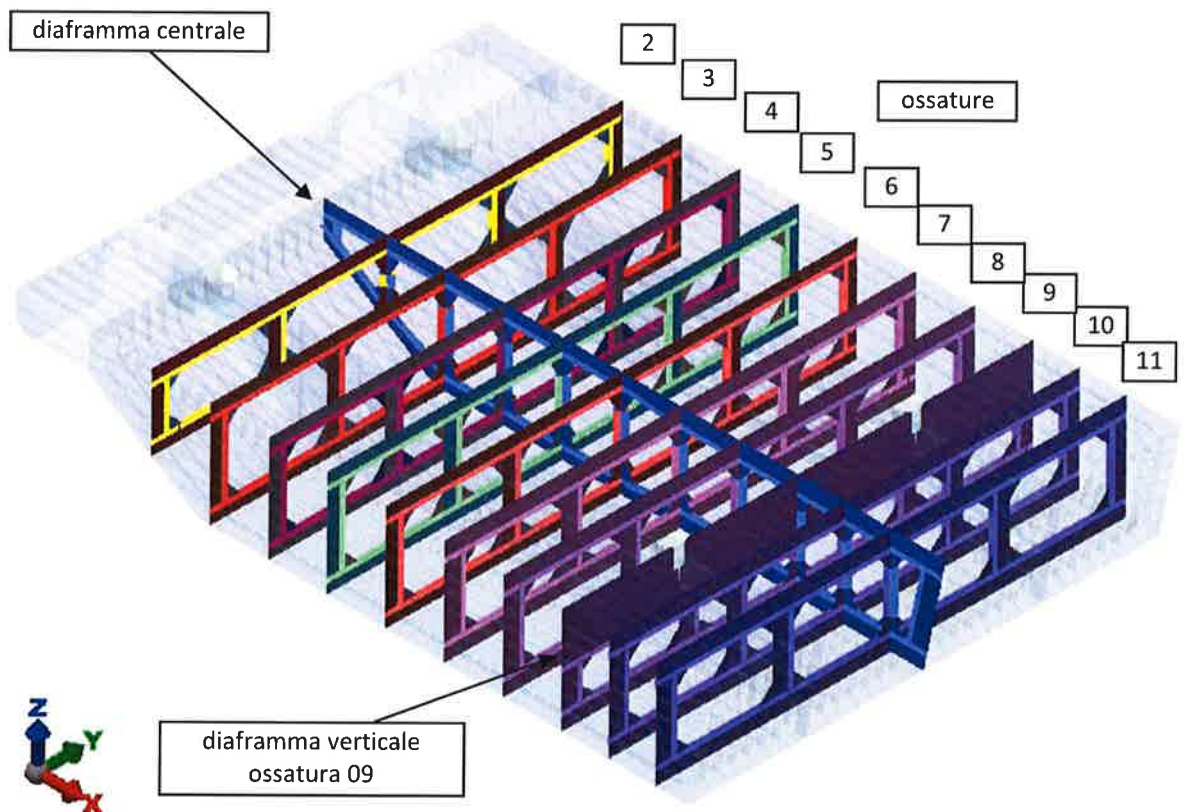



FIG. 4.25 – TELAI RINFORZATI

|  |         |                   |  |            |
|--|---------|-------------------|--|------------|
|  <b>GENERAL</b> | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 47 |
|  | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

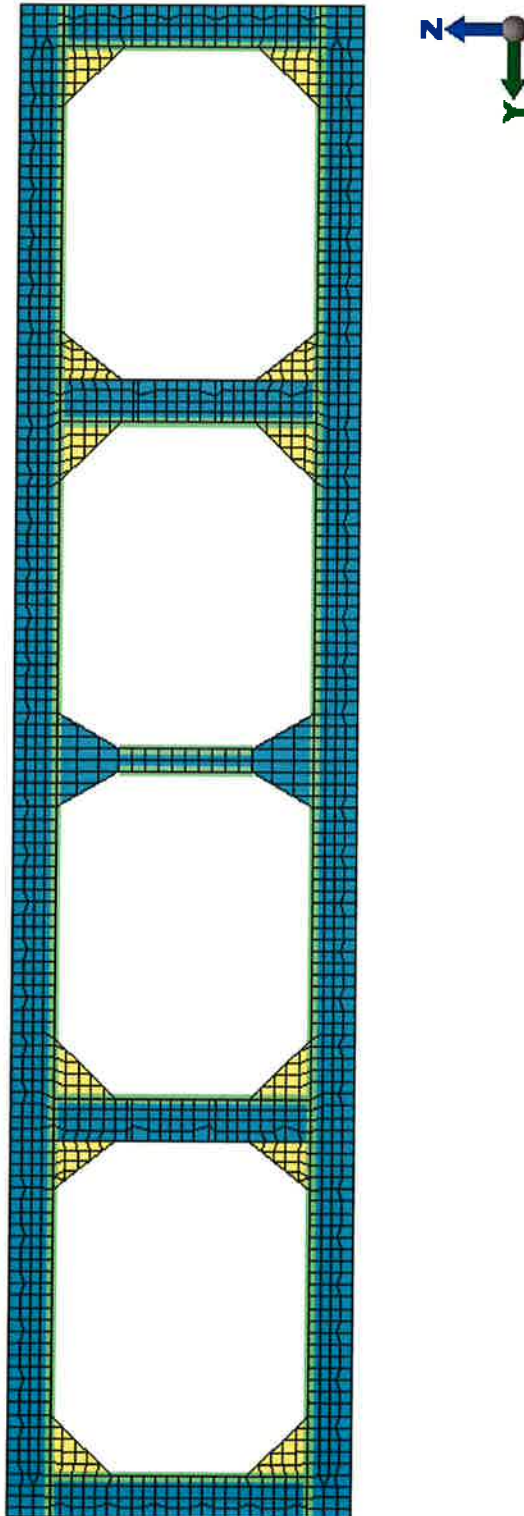
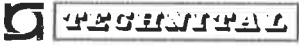


FIG. 4.26 – TELAI RINFORZATI 2, 3, 4, 5, 6: ALTEZZA ANIME 550 MM



|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 48 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

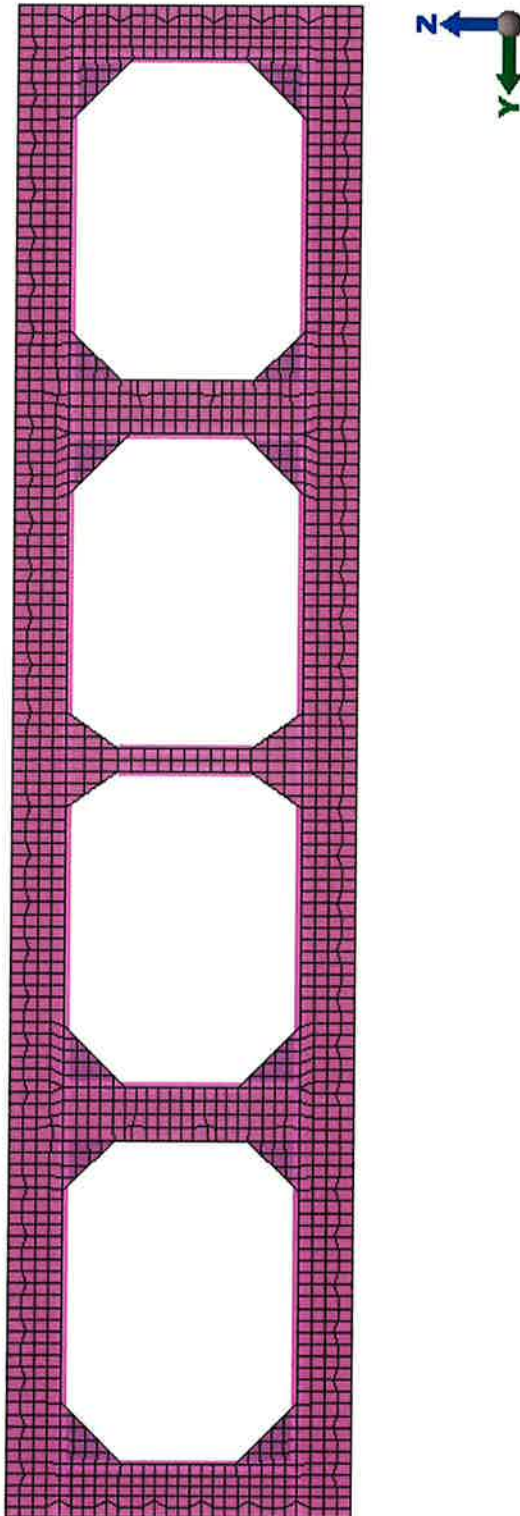
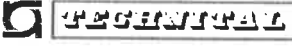


FIG. 4.27 – TELAI RINFORZATI 7, 8, 10, 11: ALTEZZA ANIME 700 MM

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 49 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

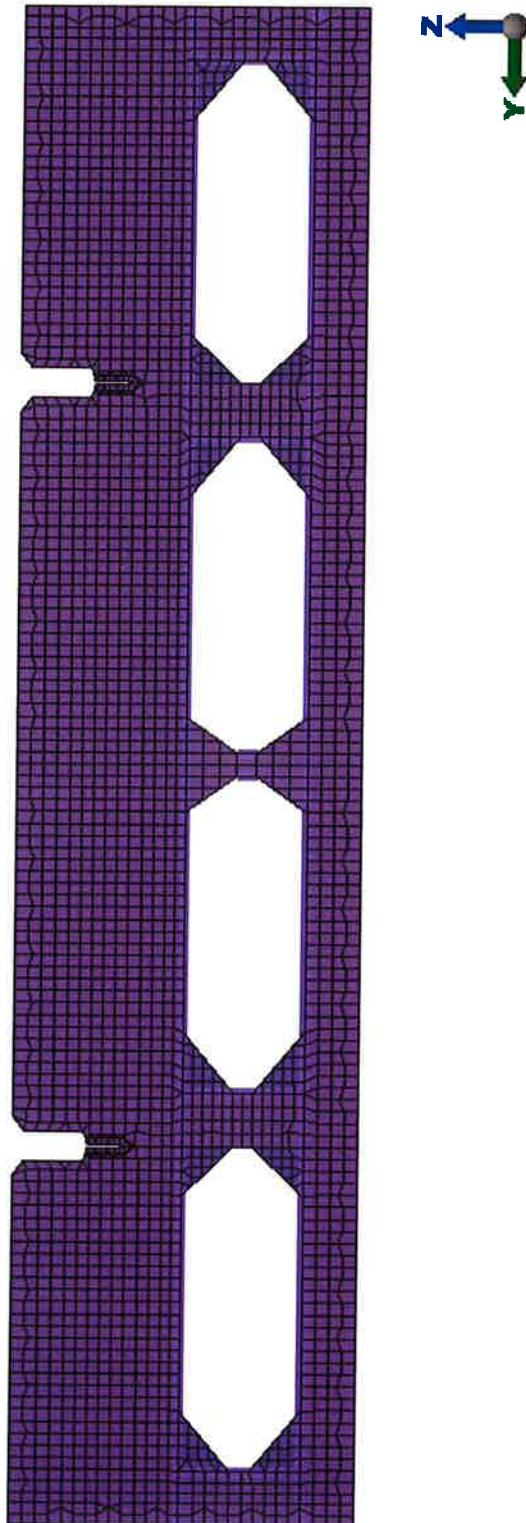



FIG. 4.28 – TELAIO RINFORZATO 9: DIAFRAMA VERTICALE

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  <b>TECNOSTRAL</b> | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 50 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

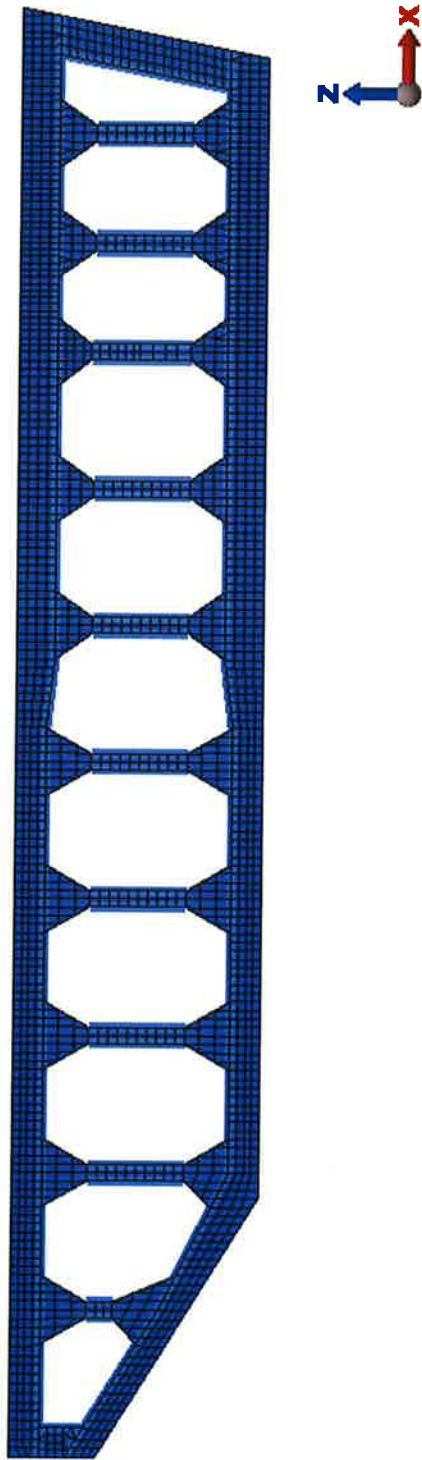


FIG. 4.29 – TELAI RINFORZATI: DIAFRAMMA CENTRALE



#### 4.12. Supporti ammortizzatori

I telai che supportano gli ammortizzatori sono stati schematizzati con elementi piastra aventi spessore lordo 10 mm o 20 mm, pari a quello indicato sui disegni, ridotto di 1,0 mm quale sovra-spessore di corrosione.

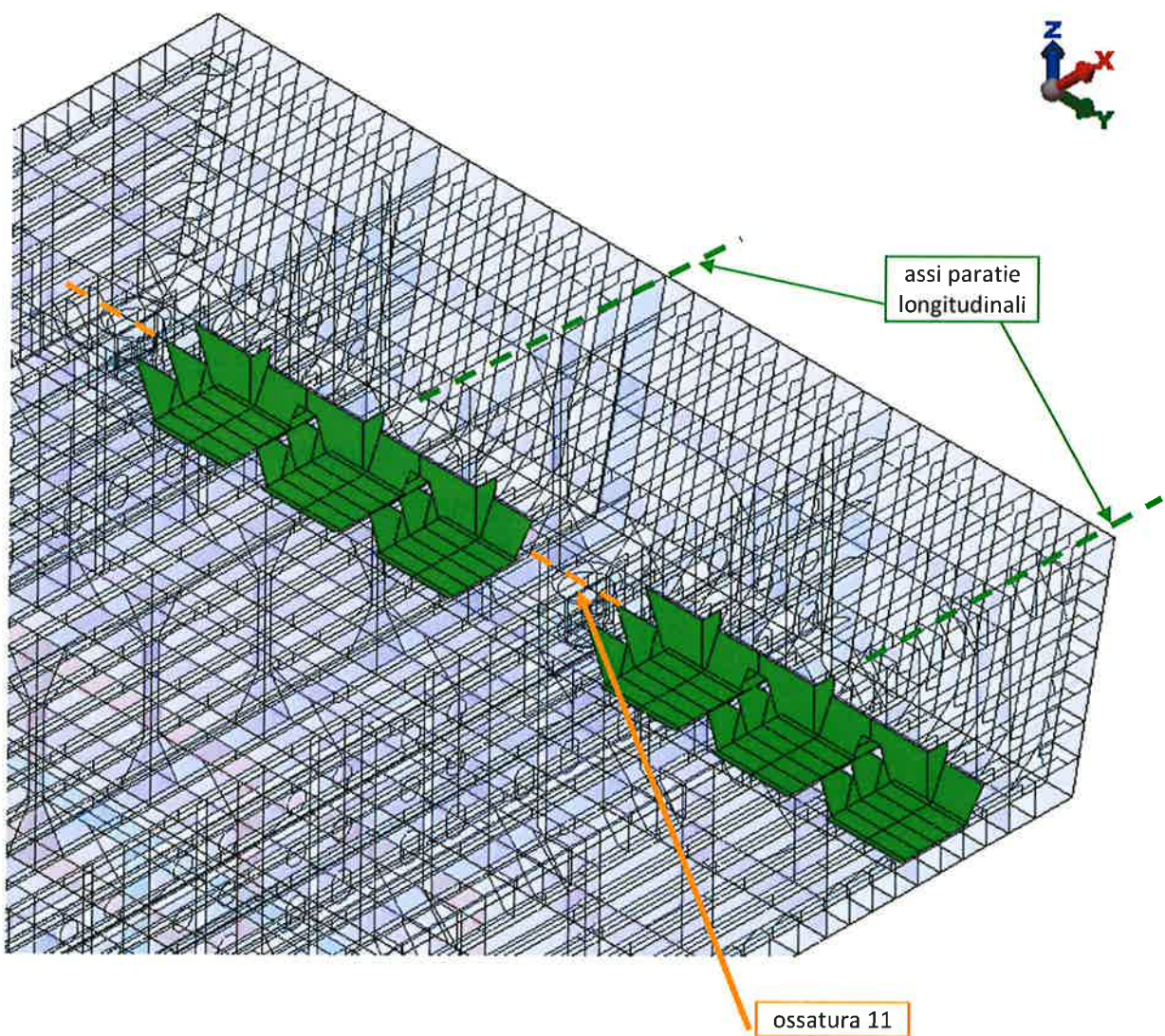



FIG. 4.30 - SUPPORTI AMMORTIZZATORI

|  |         |                   |  |            |
|--|---------|-------------------|--|------------|
|  <b>GENERAL</b> | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 52 |
|  | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

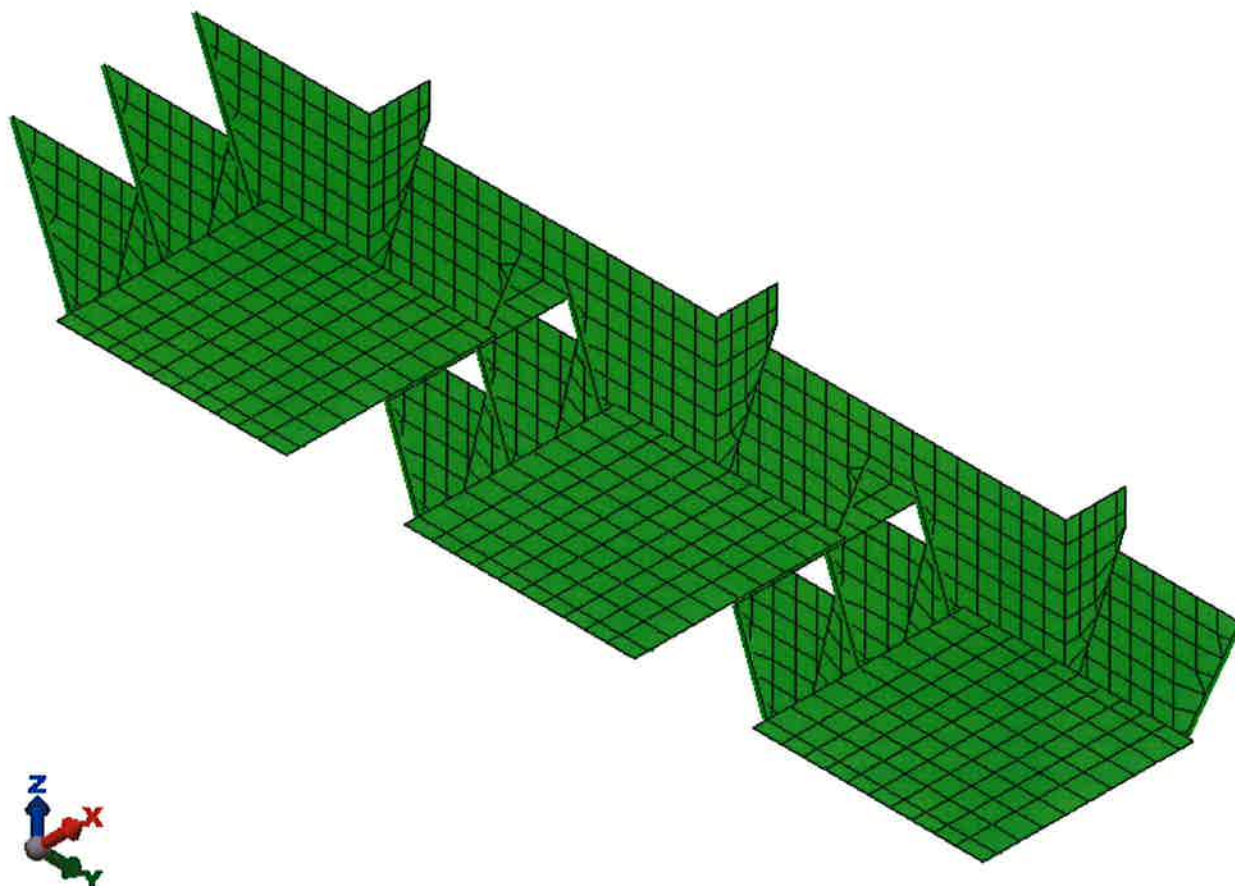


FIG. 4.31 - SUPPORTI AMMORTIZZATORI: DETTAGLI

Le piattabande di irrigidimento delle squadre dei supporti degli ammortizzatori sono state schematizzate con elementi trave aventi la stessa larghezza del piatto indicato sul disegno e spessore lordo 10 mm, ridotto di 1,0 mm per tener conto dei sovra-spessori di corrosione.



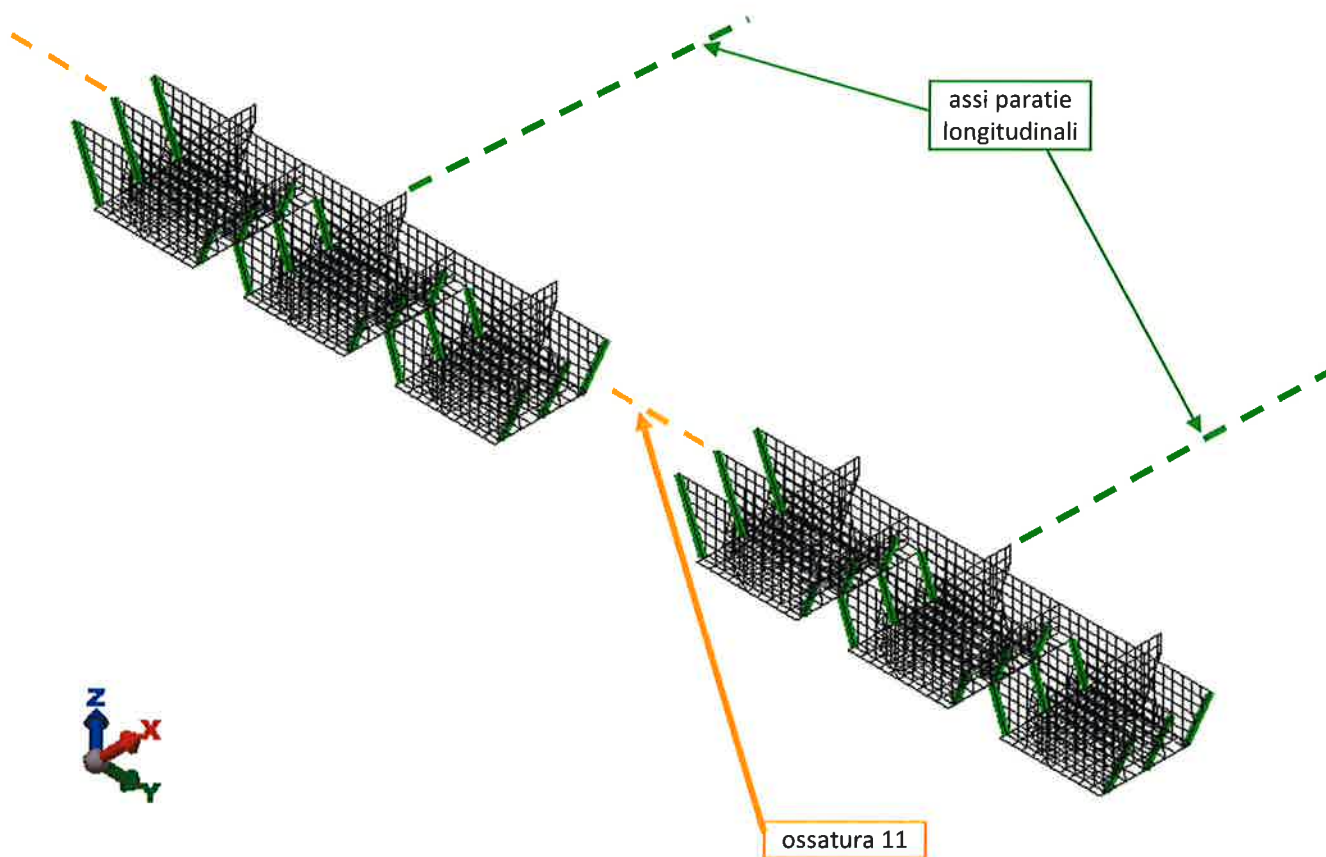


FIG. 4.32 - SUPPORTI AMMORTIZZATORI: PIATTABANDE RINFORZO SQUADRE

#### 4.13. Taccate

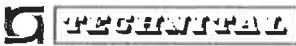
La disposizione delle taccate è riportata al paragrafo 1.2.

Le taccate sono state schematizzate con elementi tridimensionali aventi forma di parallelepipedo con base quadrata di lato pari a 156.25 mm e altezza 100 mm per uno spessore totale di 300 mm.

Il materiale delle taccate considerato per il calcolo è legno azobé, materiale con caratteristiche idonee allo scopo: elevata resistenza alla compressione e basso assorbimento d'acqua.

Caratteristiche del legno azobé:

|   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| resistenza alla compressione perpendicolare alla fibratura: | 10.5 N/mm <sup>2</sup>                |
| modulo di elasticità medio perpendicolare alla fibratura    | 1130 N/mm <sup>2</sup>                |
| coefficiente di espansione termica                          | 4.1 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup> |

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 54 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

Le dimensioni delle superfici di appoggio delle taccate, quadrate con lato di 1.25 m), consentono di appoggiare il fondo della paratoia in corrispondenza dei rinforzi longitudinali a cavallo del diaframma longitudinale.

L'interfaccia fra paratoia e taccata è stata modellata utilizzando l'opzione di contatto superficiale fra i due elementi.

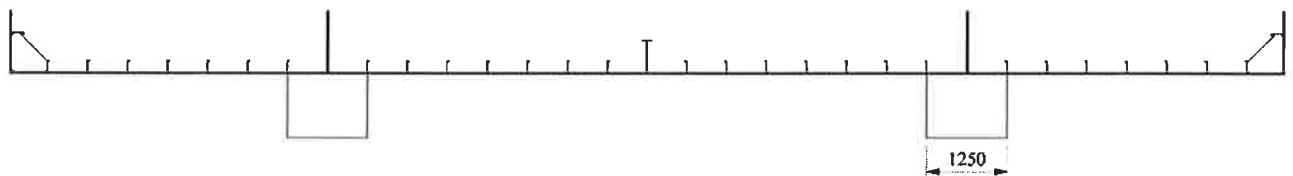


FIG. 4.33 – SEZIONE TRASVERSALE DELLA PARATOIA SULLE TACCATE

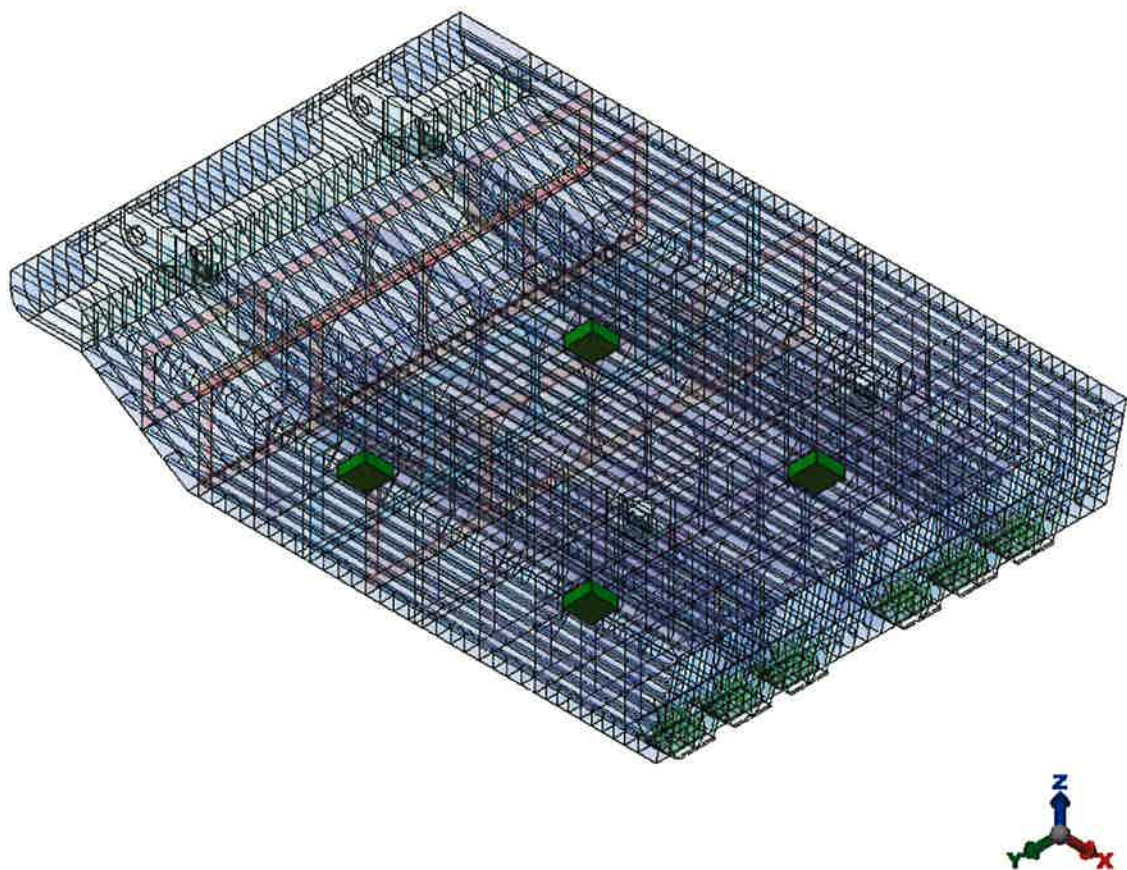
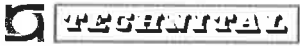


FIG. 4.34 – TACCATE PRINCIPALI

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 55 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

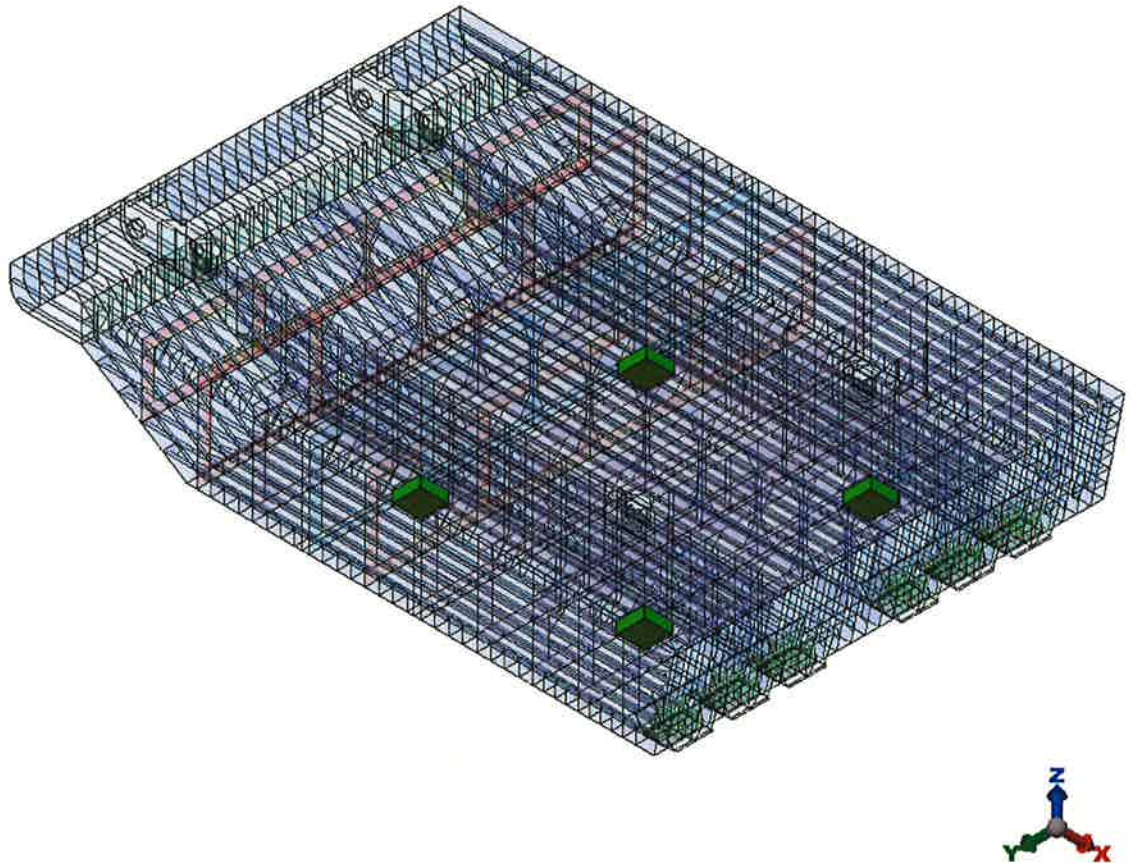



FIG. 4.35 – TACCATE SECONDARIE

#### 4.14. Vincoli

Le taccate sono state vincolate alla loro base bloccando tutte le traslazioni mentre la paratoia è stata considerata appoggiata sulle taccate (nessun vincolo per i nodi di contatto paratoia/taccata tramite l'opzione di contatto superficiale fra i due elementi che permette eventuali distacchi).

Si è considerato che la superficie superiore delle taccate a contatto con la paratoia sia dotata di rivestimento a basso coefficiente di attrito, tipo teflon e si trascurano le forze di attrito.



|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  <b>TECNOFAL</b> | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 56 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

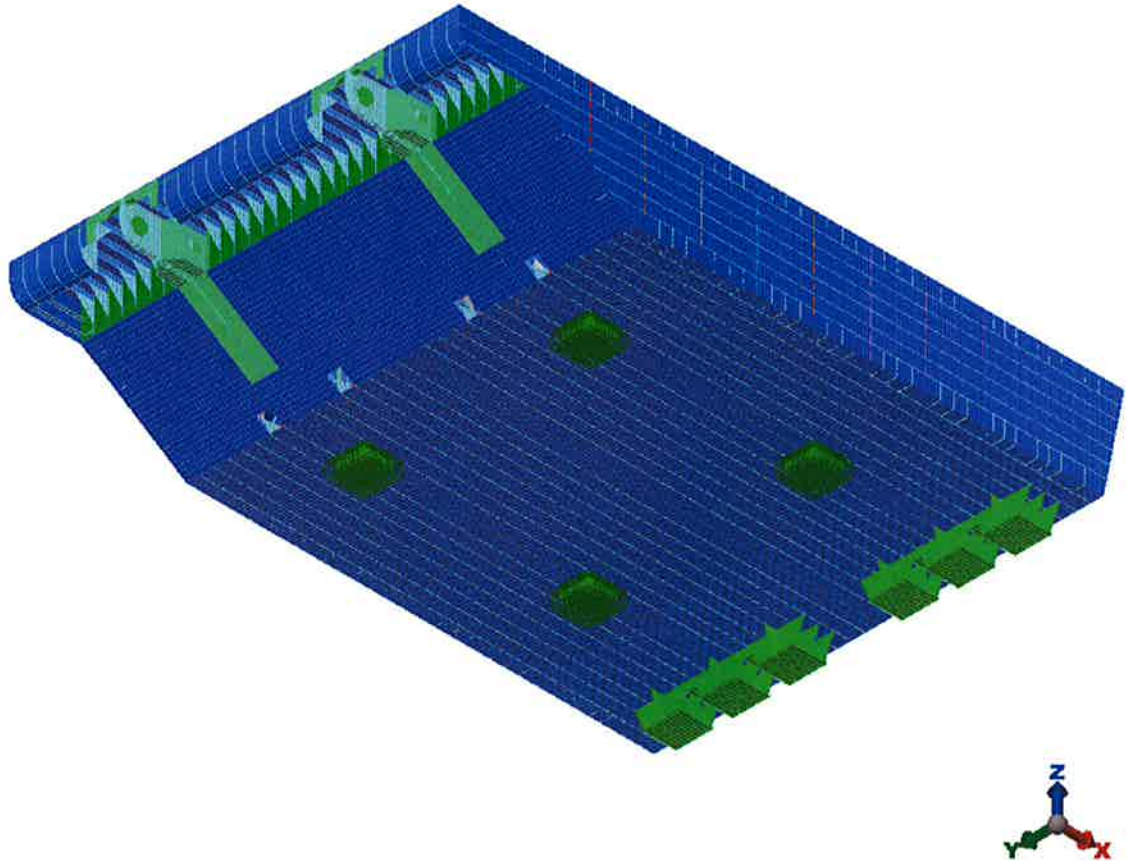
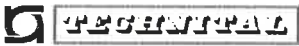


FIG. 4.36 – VINCOLI TACCATE PRINCIPALI

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 57 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

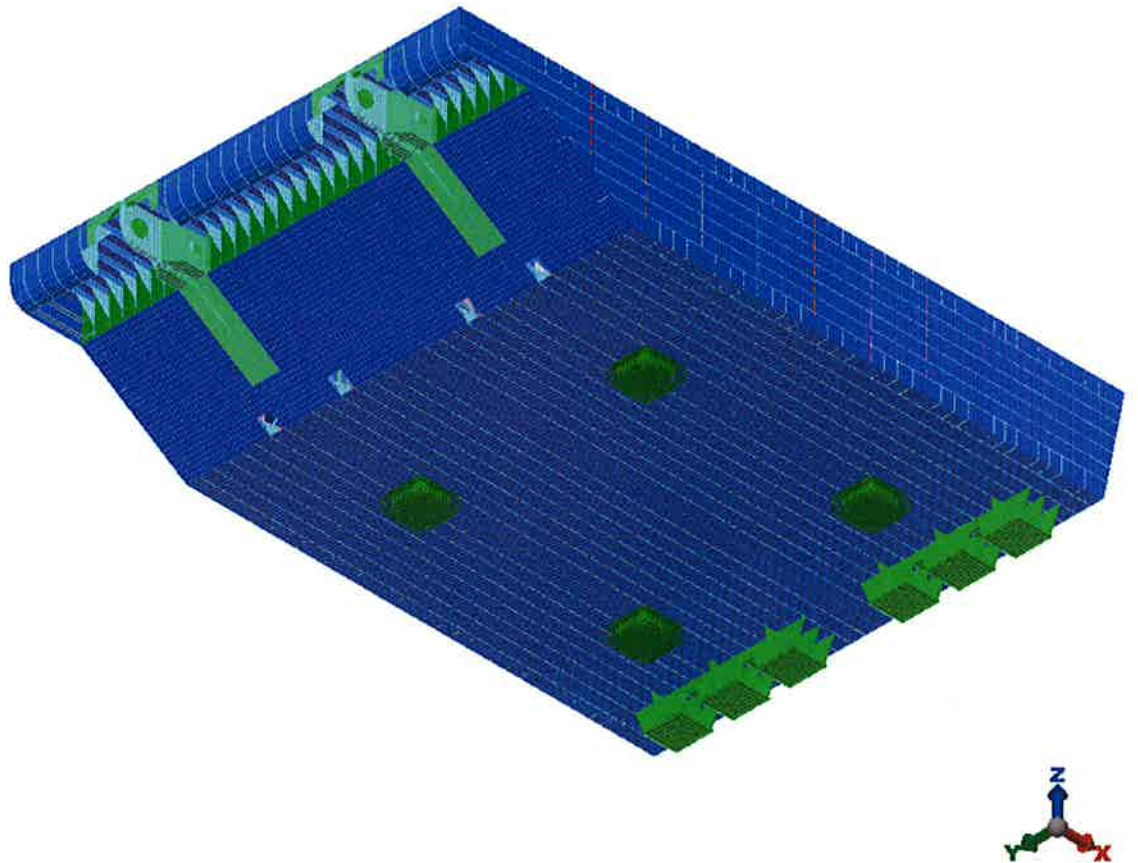
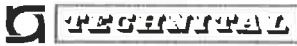


FIG. 4.37 – VINCOLI TACCATE SECONDARIE

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 58 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

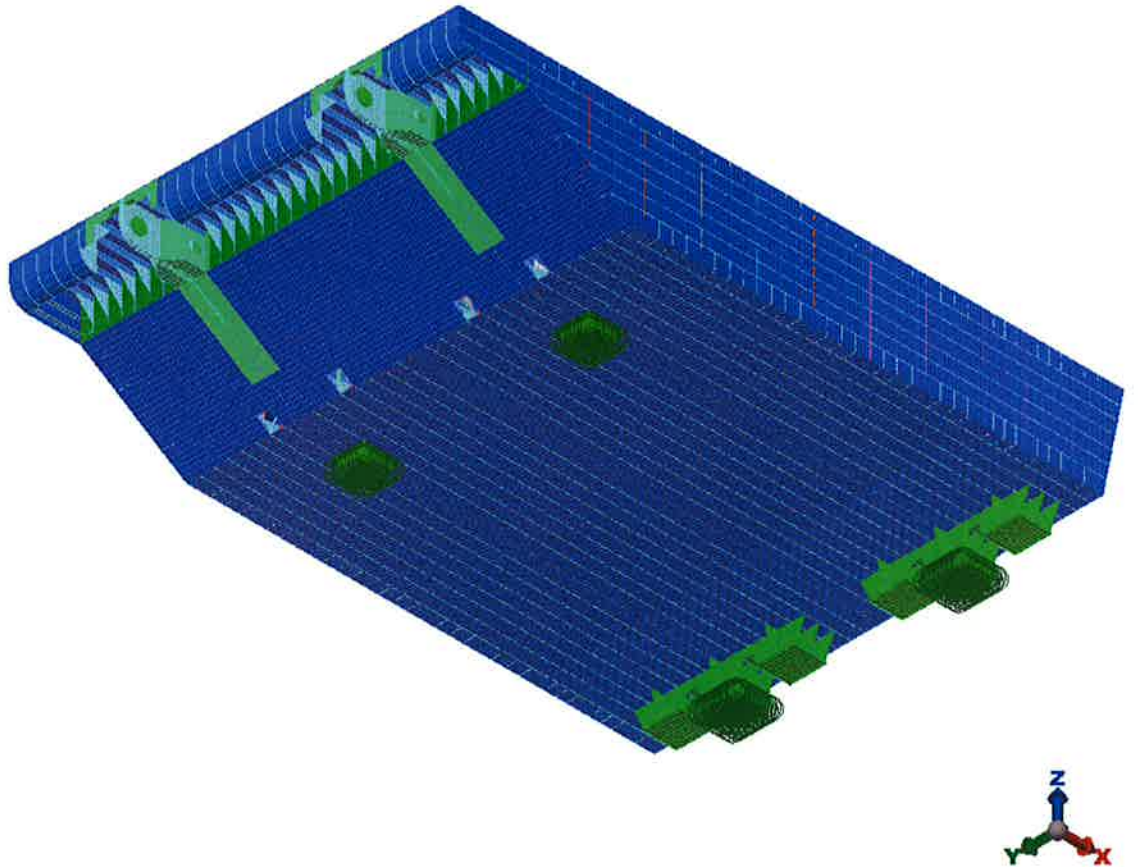


FIG. 4.38 – VINCOLI TACCATE PRINCIPALI – SCHEMA AGGIUNTIVO

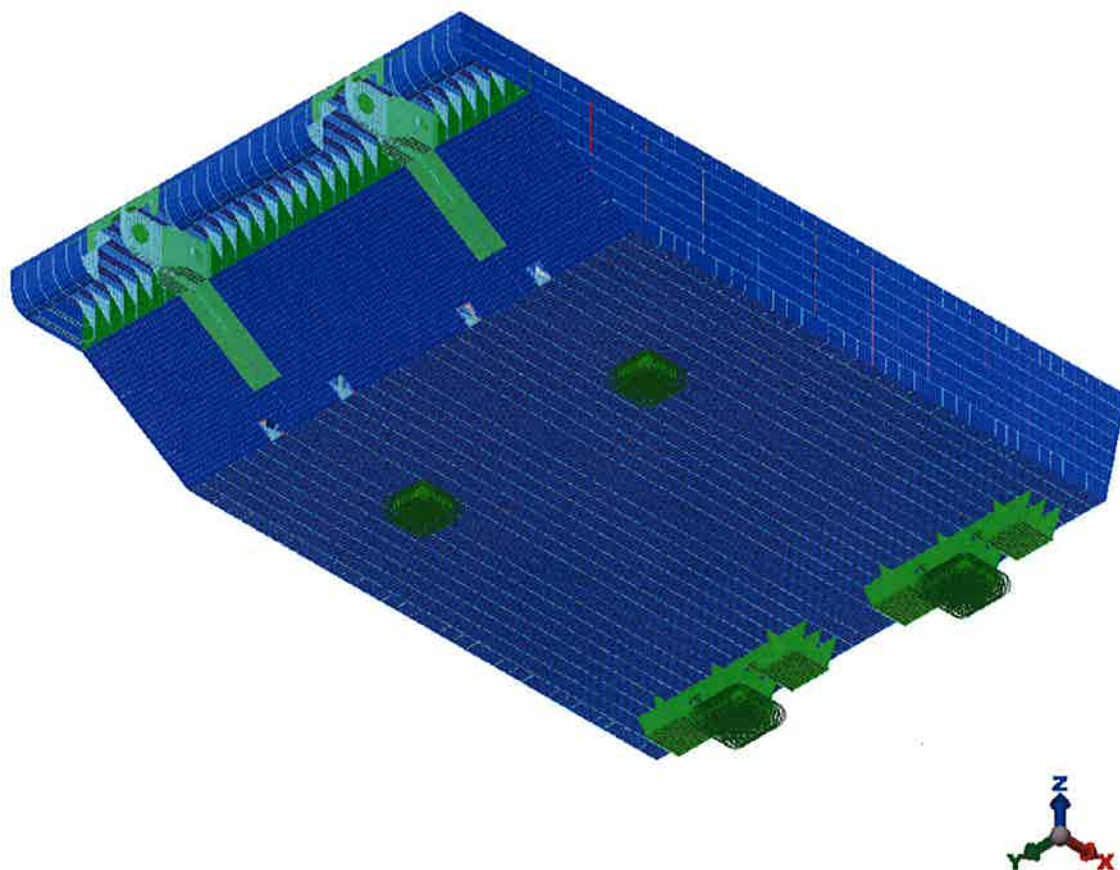



FIG. 4.39 – VINCOLI TACCATE PRINCIPALI – SCHEMA AGGIUNTIVO

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 60 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

## 5. CARICHI APPLICATI

### 5.1. Generalità

Sulla paratoia agiscono i seguenti tipi di carico:

- Peso proprio allestita
- Peso connettori e ammortizzatori
- Peso fouling
- Variazioni termiche

Per ogni carico si stima da calcolo l'entità da considerare e si confronta e si ricava poi dal modello il carico effettivamente assegnato: i due risultati vengono confrontati in tabelle, in cui si indicano:

- l'entità del carico
- LCG = Longitudinale Centro di Gravità (coordinata X);
- VCG = Verticale Centro di Gravità (coordinata Z).

Le coordinate del CoG (Centro di Gravità) sono riferite al sistema globale, con origine sulla mezzeria dell'asse congiungente i centri delle due cerniere (ref. paragrafo 4.4).

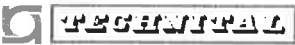
### 5.2. Peso proprio

#### 5.2.1. Pesi della paratoia e degli allestimenti

Si considerano insieme come peso proprio sia il peso strutturale, al lordo dei sovra-spessori di corrosione, sia il peso degli allestimenti, in quanto peso risultante della paratoia. Il carico di passerelle, personale e attrezzature presenti durante le operazioni di manutenzione è trascurabile e può considerarsi incluso nel margine.

I pesi dei connettori (componenti maschio) e degli ammortizzatori non sono considerati solo in alcune analisi relative alle fasi di allestimento o manutenzione.



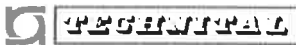
|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 61 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

I pesi riportati in tabella sono valutati a disegno (struttura, anodi, tubature e loro supporti, supporti ammortizzatori) oppure stimati (pittura, ammortizzatori, tenute parziali, strumentazione).

| Descrizione   | Peso (N)         | LCG (m)       | VCG (m)       |
|---|------------------|---------------|---------------|
| Peso Paratoia (calcolato)                           |                  |               |               |
| <b>Struttura</b>                                    |                  |               |               |
| Acciaio a spessore lordo                            | 2.704.569        | 15,752        | -1,173        |
| Supporti ammortizzatori                             | 79.085           | 26,693        | -4,314        |
| sub totale  | 2.783.655        | 16,063        | -1,262        |
| Saldature 2%  | 55.673           | 16,063        | -1,262        |
| Margine 5%  | 141.966          | 16,063        | -1,262        |
| <b>TOTALE STRUTTURA</b>                             | <b>2.981.294</b> | <b>16,063</b> | <b>-1,262</b> |
| <b>Allestimenti</b>                                 |                  |               |               |
| Tubature, supporti e altri allestimenti             | 76.739           | 15,394        | -1,649        |
| Anodi e loro supporti                               | 30.789           | 16,600        | -1,125        |
| Pittura   | 18.720           | 15,792        | -1,302        |
| Appoggi elastici (ammortizzatori)                   | 63.495           | 26,675        | -5,047        |
| Tenute parziali (alette di gomma)                   | 34.875           | 0,602         | 0,741         |
| Strumentazione                                      | 5.101            | 5,500         | -1,100        |
| sub totale  | 229.719          | 16,241        | -2,115        |
| Margine 5%  | 11.486           | 16,241        | -2,115        |
| <b>TOTALE ALLESTIMENTI</b>                          | <b>241.205</b>   | <b>16,241</b> | <b>-2,115</b> |
| <b>TOTALE PESO PARATOIA (calcolato)</b>             | <b>3.222.499</b> | <b>16,076</b> | <b>-1,326</b> |
| Connettori  | 220.000          | 0,000         | 0,000         |
| <b>TOTALE PESO PARAOIA + CONNETTORI (calcolato)</b> | <b>3.442.499</b> | <b>15,049</b> | <b>-1,241</b> |

TAB. 5.1 – PESO PROPRIO PARATOIA ALLESTITA

Il peso viene distinto in “uniforme” quando distribuito su tutte le superfici della paratoia (struttura della paratoia, anodi e loro supporti, pittura e strumentazione) e in “concentrato solo in alcune zone” quando relativo a elementi o aree specifiche (tubature, supporti e altri allestimenti, ammortizzatori, tenute parziali).

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 62 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

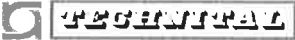
| Descrizione   | Pesi uniformemente distribuito |               |               | Pesi concentrati in zone |               |               |
|---|--------------------------------|---------------|---------------|--------------------------|---------------|---------------|
|   | Peso (N)                       | LCG (m)       | VCG (m)       | Peso (N)                 | LCG (m)       | VCG (m)       |
| <b>Struttura</b>                                    |                                |               |               |                          |               |               |
| Acciaio a spessore lordo                            | 2.704.569                      | 15,752        | -1,173        |                          |               |               |
| Supporti ammortizzatori                             | 79.085                         | 26,693        | -4,314        |                          |               |               |
| sub totale  | 2.783.655                      | 16,063        | -1,262        |                          |               |               |
| Saldature 2%  | 55.673                         | 16,063        | -1,262        |                          |               |               |
| Margine 5%  | 141.966                        | 16,063        | -1,262        |                          |               |               |
| <b>TOTALE STRUTTURA</b>                             | <b>2.981.294</b>               | <b>16,063</b> | <b>-1,262</b> |                          |               |               |
| <b>Allestimenti</b>                                 |                                |               |               |                          |               |               |
| Tubature, supporti e altri allestimenti             |                                |               |               | 76.739                   | 15,394        | -1,649        |
| Anodi e loro supporti                               | 30.789                         | 16,600        | -1,125        |                          |               |               |
| Pittura   | 18.720                         | 15,792        | -1,302        |                          |               |               |
| Appoggi elastici (ammortizzatori)                   |                                |               |               | 63.495                   | 26,675        | -5,047        |
| Tenute parziali (alette di gomma)                   |                                |               |               | 34.875                   | 0,602         | 0,741         |
| Strumentazione                                      | 5.101                          | 5,500         | -1,100        |                          |               |               |
| sub totale  | 54.610                         | 15,286        | -1,183        | 175.109                  | 16,539        | -2,405        |
| Margine 5%  | 2.731                          | 15,286        | -1,183        | 8.755                    | 16,539        | -2,405        |
| <b>TOTALE ALLESTIMENTI</b>                          | <b>57.341</b>                  | <b>15,286</b> | <b>-1,183</b> | <b>183.864</b>           | <b>16,539</b> | <b>-2,405</b> |
| <b>TOTALE PESO PARATOIA (calcolato)</b>             | <b>3.038.635</b>               | <b>16,048</b> | <b>-1,261</b> | <b>183.864</b>           | <b>16,539</b> | <b>-2,405</b> |
| Connettori  |                                |               |               | 220.000                  | 0,000         | 0,000         |
| <b>TOTALE PESO PARAOIA + CONNETTORI (calcolato)</b> | <b>3.038.635</b>               | <b>16,048</b> | <b>-1,261</b> | <b>403.864</b>           | <b>7,530</b>  | <b>-1,095</b> |

TAB. 5.2 - PESO PROPRIO PARATOIA ALLESTITA  
PESI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI E CARICHI CONCENTRATI IN ZONE

### 5.2.2. Pesi distribuiti uniformemente

I pesi uniformemente distribuiti sono:

- peso struttura acciaio
- anodi e loro supporti
- pittura

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 63 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

- strumentazione

I pesi strutturali riportati in tabella sono calcolati a disegno sulla base dello spessore nominale degli elementi, cioè incluso il sovra-spessore di corrosione. Essi includono anche i supporti degli ammortizzatori.

Relativamente agli anodi, si tratta di oltre 300 elementi sulle superfici interne + 24 elementi sulle esterne, disposti in modo circa uniforme e con un peso modesto (in totale circa 1% rispetto al peso della paratoia): tenuto conto della loro disposizione (distribuiti su tutte le superfici della paratoia) e dell'entità del loro peso (anche singolarmente), il loro carico è stato uniformemente distribuito.

La pittura riveste una superficie totale di circa 6.298 m<sup>2</sup>, cui si applica un peso unitario di vernice di circa 3 N/m<sup>2</sup>

La strumentazione è un carico modestissimo, dovuto a pochi elementi distribuiti all'interno della paratoia, che viene considerato uniformemente ripartito.

Questi pesi sono stati inseriti nel modello modificando il peso specifico degli elementi in modo da poter tenere conto di quanto segue:

- gli elementi usati nel modello sono al netto dei sovra-spessori di corrosione;
- i ferri a bulbo sono stati convertiti in angolari;
- il peso della struttura, utilizzato per trovare le posizioni di equilibrio, corrisponde al peso degli elementi a spessore lordo (nominale) e include le saldature e il margine;
- il peso dell'allestimento include il margine.

Il peso uniforme viene calcolato con i seguenti passi:

- si assegna ai singoli elementi la densità corrispondente allo spessore nominale dell'elemento (in pratica per le lamiere si moltiplica la densità dell'acciaio di 7850 kg/m<sup>3</sup> per il rapporto tra lo spessore lordo e lo spessore netto);

- si moltiplica la densità ottenuta per ogni elemento per il rapporto tra il totale dei carichi considerati uniformemente distribuiti e il peso della sola struttura con spessori nominali.

Nella tabella in cui si riportano le densità specifiche si distingue pertanto la densità assegnata in funzione del sovra-spessore di corrosione.

| Sovra-spessore (mm) | Spessore lordo (mm) | Spessore netto (mm) | Densità equiv. spessore lordo (kg/m <sup>3</sup> ) | Peso lamiera / Peso totale | Densità applicata (kg/m <sup>3</sup> ) |
|---------------------|---------------------|---------------------|--|----------------------------|--|
| 1                   | 10                  | 9                   | 8.722,22   | 1,09160                    | 9.521,17                               |
| 1                   | 20                  | 19                  | 8.263,16   | 1,09160                    | 9.020,06                               |
| 1,5                 | 8                   | 6,5                 | 9.661,54   | 1,09160                    | 10.546,53                              |
| 1,5                 | 9                   | 7,5                 | 9.420,00   | 1,09160                    | 10.282,86                              |
| 1,5                 | 10                  | 8,5                 | 9.235,29   | 1,09160                    | 10.081,24                              |
| 1,5                 | 11                  | 9,5                 | 9.089,47   | 1,09160                    | 9.922,06                               |
| 1,5                 | 12                  | 10,5                | 8.971,43   | 1,09160                    | 9.793,20                               |
| 1,5                 | 13                  | 11,5                | 8.873,91   | 1,09160                    | 9.686,76                               |
| 1,5                 | 14                  | 12,5                | 8.792,00   | 1,09160                    | 9.597,34                               |
| 1,5                 | 15                  | 13,5                | 8.722,22   | 1,09160                    | 9.521,17                               |
| 1,5                 | 20                  | 18,5                | 8.486,49   | 1,09160                    | 9.263,84                               |
| 2                   | 8                   | 6                   | 10.466,67  | 1,09160                    | 11.425,40                              |
| 2                   | 9                   | 7                   | 10.092,86  | 1,09160                    | 11.017,35                              |
| 2                   | 10                  | 8                   | 9.812,50   | 1,09160                    | 10.711,32                              |
| 2                   | 11                  | 9                   | 9.594,44   | 1,09160                    | 10.473,29                              |
| 2                   | 12                  | 10                  | 9.420,00   | 1,09160                    | 10.282,86                              |
| 2                   | 13                  | 11                  | 9.277,27   | 1,09160                    | 10.127,06                              |
| 2                   | 14                  | 12                  | 9.158,33   | 1,09160                    | 9.997,23                               |
| 2                   | 15                  | 13                  | 9.057,69   | 1,09160                    | 9.887,37                               |
| 2                   | 16                  | 14                  | 8.971,43   | 1,09160                    | 9.793,20                               |
| 2                   | 20                  | 18                  | 8.722,22   | 1,09160                    | 9.521,17                               |
| 2                   | 25                  | 23                  | 8.532,61   | 1,09160                    | 9.314,19                               |
| 2                   | 30                  | 28                  | 8.410,71   | 1,09160                    | 9.181,13                               |
| 2                   | 40                  | 38                  | 8.263,16   | 1,09160                    | 9.020,06                               |
| 2                   | 60                  | 58                  | 8.120,69   | 1,09160                    | 8.864,54                               |
| 2                   | 80                  | 78                  | 8.051,28   | 1,09160                    | 8.788,77                               |
| 2                   | 180                 | 178                 | 7.938,20   | 1,09160                    | 8.665,33                               |

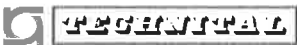
TAB. 5.3 - CALCOLO DELLE DENSITÀ CORRISPONDENTI A PESO UNIFORMEMENTE DISTRIBUITO PER LE LAMIERE

A titolo di esempio si consideri una lamiera da 15 mm di spessore lordo e 13 mm di spessore netto (sovra-spessore di corrosione 15 mm - 13 mm = 2 mm).

La densità equivalente per l'elemento a spessore ridotto è:

$$7850 * 15/13 = 9.057,69 \text{ kg/m}^3$$



|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 65 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

La densità totale applicata è:

$$9.057,69 * 1,0916 = 9.887,37$$

dove il termine 1,0916 è il rapporto tra i pesi uniformemente distribuiti totali da applicare e il peso strutturale lordo (escluse saldature e margini).

Infatti è pari a:

$$3.038.635 / 2.783.655 = 1,0916$$

Applicando l'accelerazione di gravità si ottiene il peso totale dei carichi uniformemente distribuiti imposti. La valutazione dei pesi è effettuata automaticamente attraverso il modello.


Poiché il modello è stato costruito con la paratoia orizzontale, i vettori dei pesi sono stati ruotati di caso in caso per tener conto che la paratoia lavora con angoli differenti in ogni condizione.

La definizione della densità permette di valutare, dove richiesto, le forze di inerzia dovute a velocità e accelerazione.

Nella successiva tabella vengono riportati i valori delle densità per gli elementi trave rappresentanti i bulbi dei rinforzi ordinari, calcolate in modo analogo, tenendo conto del sovra-spessore di corrosione di 2 mm.

| Bulbo<br>(trave) | Densità applicata<br>(kg/m <sup>3</sup> ) |
|------------------|---|
| 180x8            | 9.029,20                                  |
| 200x10           | 8.982,08                                  |
| 240x10           | 8.994,02                                  |
| 260x10           | 9.088,79                                  |
| 300x13           | 9.194,51                                  |

TAB. 5.4 – DENSITÀ ELEMENTI TRAVE DEI BULBI

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 66 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

Il totale dei pesi distribuiti uniformemente risultante è:

| Descrizione Proprio Paratoia                      | Peso (N)  | LCG (m) | VCG (m) |
|---|-----------|---------|---------|
| Totale modello (pesi uniformemente distribuiti)   | 3.034.082 | 16,095  | -1,259  |
| Totale calcolato (pesi uniformemente distribuiti) | 3.038.635 | 16,048  | -1,261  |

TAB. 5.5 – PESO DISTRIBUITO UNIFORMEMENTE

### 5.2.3. Peso concentrato solo in alcune zone

I pesi concentrati in alcune zone sono:

- tubature, supporti e altri allestimenti
- appoggi elastici (solo in alcuni casi)
- tenute parziali
- connettori (solo in alcuni casi)

Il peso delle tubature è stato inserito nel modello come carico suddiviso sulle piattabande delle travi rinforzate che li sostengono, distribuendo la quota parte di ogni trave sulle piattabande per una larghezza pari alla larghezza dei tubi.

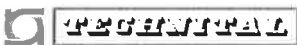
Il peso degli appoggi elastici è stato invece inserito come forze concentrate nei nodi in corrispondenza della piattabanda del telaio di supporto.

Il peso delle tenute parziali è stato inserito come carico distribuito sugli spigoli lato mare e lato laguna del fasciame superiore.

Il peso dei connettori (2x110 kN) è stato inserito come forze concentrate nei nodi in corrispondenza dell'asse del perno della paratoia.

Anche tutti questi pesi sono stati incrementati del margine.

Poiché il modello è stato costruito con la paratoia orizzontale, i vettori dei pesi sono stati ruotati di caso in caso per tener conto che la paratoia lavora con angoli differenti in ogni condizione.

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 67 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

| Descrizione Peso Paratoia           | Peso (N) | LCG (m) | VCG (m) |
|-------------------------------------|----------|---------|---------|
| Totale modello (pesi concentrati)   | 403.863  | 7,571   | -1,221  |
| Totale calcolato (pesi concentrati) | 403.864  | 7,529   | -1,095  |

TAB. 5.6 – PESI CONCENTRATI IN ZONE – CON CONNETTORI E APPOGGI ELASTICI

| Descrizione Peso Paratoia           | Peso (N) | LCG (m) | VCG (m) |
|-------------------------------------|----------|---------|---------|
| Totale modello (pesi concentrati)   | 117.194  | 10,900  | -1,534  |
| Totale calcolato (pesi concentrati) | 117.194  | 10,772  | -0,902  |

TAB. 5.7 – PESI CONCENTRATI IN ZONE – SENZA CONNETTORI E APPOGGI ELASTICI

### 5.3. Peso fouling

Il peso del fouling è stato inserito nel modello modificando il peso specifico degli elementi costituenti i fasciami esterni tenendo conto della diversa distribuzione del fouling (ref. MV080P-PE-MAR-2000) fra superfici superiori, inferiori e laterali.

| SUPERFICIE              | Peso unitario (kN/m <sup>2</sup> ) | area (m <sup>2</sup> ) | Peso fouling (kN) |
|-------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------|
| estradosso              | 0,5                                | 597,7                  | 299               |
| intradosso              | 0,2                                | 398,2                  | 80                |
| fronte                  | 0,1                                | 90,7                   | 9                 |
| fianchi                 | 0,1                                | 361,0                  | 36                |
| retro                   | 0,1                                | 324,5                  | 32                |
| supporti ammortizzatori | 0,1                                | 180,1                  | 18                |
| TOTALE                  |                                    | 1952,2                 | 474               |

TAB. 5.8 – PESO DEL FOULING SULLAPARATOIA (CALCOLATO)

Il peso del fouling è stato inserito nel modello modificando la densità degli elementi costituenti i fasciami interessati, come riportato nella successiva tabella.

| Spessore lordo (mm)            | Densità applicata (kg/m <sup>3</sup> ) |
|--------------------------------|--|
| <b>Fasciame inferiore</b>      |  |
| 9,00                           | 12.413,10                              |
| 12,00                          | 11.822,00                              |
| 13,00                          | 11.693,50                              |
| <b>Fasciame superiore</b>      |  |
| 9,00                           | 15.940,24                              |
| 12,00                          | 15.181,18                              |
| 13,00                          | 15.016,16                              |
| <b>Fasciame laterale</b>       |  |
| 9,00                           | 12.128,01                              |
| 12,00                          | 11.550,49                              |
| 13,00                          | 11.424,94                              |
| 20,00                          | 10.926,14                              |
| <b>Supporti ammortizzatori</b> |  |
| 10,00                          | 11.229,64                              |
| 20,00                          | 10.638,61                              |

TAB. 5.9 – DENSITÀ FASCIAMI CON FOULING

Il confronto tra pesi calcolati e pesi modellati è riportato nella successiva tabella.

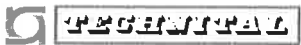
| Fouling                    | Peso (N) | LCG (m) | VCG (m) |
|----------------------------|----------|---------|---------|
| Totale modello (fouling)   | 478.200  | 16,568  | -0,543  |
| Totale calcolato (fouling) | 474.100  | 14,380  | -0,425  |

TAB. 5.10 – PESO FOULING

#### 5.4. Peso totale considerato per la paratoia con fouling

Nelle successive tabelle vengono riportati, come verifica, il confronto fra i valori di peso e baricentro calcolati e quelli derivati dal modello ad elementi finiti: il modello descrive bene la paratoia con uno scostamento massimo inferiore al 1% per il peso e poco superiore al 2% per la posizione del baricentro.




|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 69 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

| Descrizione Peso Paratoia                          | CALCOLATI        |               |               | DA MODELLO       |               |               |
|--|------------------|---------------|---------------|------------------|---------------|---------------|
|  | Peso (N)         | LCG (m)       | VCG (m)       | Peso (N)         | LCG (m)       | VCG (m)       |
| Pesi uniformemente distribuiti                     | 3.038.635        | 16,048        | -1,261        | 3.034.082        | 16,095        | -1,259        |
| Pesi concentrati in zone                           | 403.864          | 7,529         | -1,095        | 403.863          | 7,571         | -1,221        |
| <b>TOTALE PESO PARATOIA pulita</b>                 | <b>3.442.499</b> | <b>15,049</b> | <b>-1,241</b> | <b>3.437.945</b> | <b>15,094</b> | <b>-1,254</b> |
| differenza percentuale (modello - calcolo)/calcolo |                  |               |               | -0,13%           | 0,30%         | -1,05%        |
| differenza assoluta (modello - calcolo)            |                  |               |               | -4.554           | 0,045         | -0,013        |
| <b>Peso fouling (distribuito)</b>                  | <b>474.100</b>   | <b>14,380</b> | <b>-0,425</b> | <b>478.200</b>   | <b>16,568</b> | <b>-0,543</b> |
| <b>TOTALE PESO PARATOIA incrostata</b>             | <b>3.916.599</b> | <b>14,968</b> | <b>-1,142</b> | <b>3.916.145</b> | <b>15,274</b> | <b>-1,167</b> |
| differenza percentuale (modello - calcolo)/calcolo |                  |               |               | -0,01%           | 2,04%         | 2,17%         |
| differenza assoluta (modello - calcolo)            |                  |               |               | -454             | 0,306         | -0,025        |

TAB. 5.11 – CONFRONTO PESI CALCOLATI E PESI DA MODELLO – CON CONNETTORI E APPOGGI ELASTICI

| Descrizione Peso Paratoia                          | CALCOLATI        |               |               | DA MODELLO       |               |               |
|--|------------------|---------------|---------------|------------------|---------------|---------------|
|  | Peso (N)         | LCG (m)       | VCG (m)       | Peso (N)         | LCG (m)       | VCG (m)       |
| Pesi uniformemente distribuiti                     | 3.038.635        | 16,048        | -1,261        | 3.034.082        | 16,095        | -1,259        |
| Pesi concentrati in zone                           | 117.194          | 10,772        | -0,902        | 117.194          | 10,900        | -1,534        |
| <b>TOTALE PESO PARATOIA pulita</b>                 | <b>3.155.829</b> | <b>15,852</b> | <b>-1,247</b> | <b>3.151.276</b> | <b>15,902</b> | <b>-1,269</b> |
| differenza percentuale (modello - calcolo)/calcolo |                  |               |               | -0,14%           | 0,31%         | 1,72%         |
| differenza assoluta (modello - calcolo)            |                  |               |               | -4.553           | 0,050         | -0,021        |

TAB. 5.12 – CONFRONTO PESI CALCOLATI E PESI DA MODELLO – SENZA CONNETTORI E APPOGGI ELASTICI

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 70 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |


## 5.5. Variazioni termiche

Le variazioni termiche considerate sono:

- Variazione termica uniforme su tutti i componenti, escluso fasciame superiore, di +20 °C e variazione termica fasciame superiore di +30 °C;
- Variazione termica uniforme su tutti i componenti di -20 °C.

Tali variazioni corrispondono circa alle escursioni stagionali mensili medie rispetto ad una temperatura media di riferimento di 15°.

La variazione di +30° sul fasciame superiore tiene conto della maggior esposizione della superficie rispetto alle altre.

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 71 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

## 6. COMBINAZIONI DI CARICO

Si considerano le condizioni di appoggio S.1 ed S.2, rispettivamente sullo schema principale e sullo schema secondario, con il massimo carico (paratoia completamente allestita e incrostata), senza variazioni termiche e con variazioni termiche.

Le due condizioni base sono esaminate anche considerando il cedimento di uno dei quattro appoggi.

Il cedimento dell'appoggio è stato schematizzato eliminando completamente uno dei due appoggi meno sollecitati.

Infatti, poiché il baricentro della paratoia si trova più vicino agli appoggi più sollecitati, il cedimento di uno di questi due appoggi comporta la rotazione della paratoia, così che la paratoia torna ad appoggiarsi sull'appoggio che ha ceduto, scaricando uno dei due appoggi meno sollecitati.

La condizione di perdita di uno degli appoggi meno sollecitati descrive pertanto la situazione relativa al cedimento di uno qualsiasi degli appoggi.

Le condizioni S.3 sono relative alla paratoia sullo schema principale nella fase finale dell'allestimento: la paratoia è pulita, senza connettori e senza supporti elastici. Esse descrivono le condizioni della paratoia pronta per il montaggio dei maschi. Questi vengono aggiunti in successione nelle condizioni S.4.

Le condizioni S.5 ed S.6 intendono verificare, anche per la paratoia con il massimo peso (completamente allestita e incrostata) la possibilità di adottare anche altri schemi di appoggio (analoghi a quelli considerati per le paratoie di Treporti), in cui si adottino due taccate posteriori e si utilizzino come appoggi anteriori i telai di supporto degli appoggi elastici.

Le condizioni esaminate sono riportate nelle tabelle seguenti.


| Descrizione  | Vincoli  | Cond.  | Carichi Agenti   |
|--|--|--|--|
| Paratoia allestita incrostata                                    | Schema principale<br>4 appoggi su taccate                        | S.1a   | Peso paratoia allestita con connettori e supporti elastici                         |
|  |  |  | Peso fouling   |
|  |  | S.1b   | Peso paratoia allestita con connettori e supporti elastici                         |
|  |  |  | Peso fouling   |
|  |  |  | Variazione termica uniforme su tutti i componenti +20°C escluso fasciame superiore |
|  |  |  | Variazione termica su fasciame superiore +30°C                                     |
|  | S.1c   | Peso paratoia allestita con connettori e supporti elastici |  |
|  |  | Peso fouling   |  |
|  |  | Variazione termica uniforme su tutti i componenti -20°C    |  |
|  | Schema principale<br>4 appoggi su taccate perdita di un appoggio | S.1d   | Peso paratoia allestita con connettori e supporti elastici                         |
|  |  |  | Peso fouling   |
|  | Paratoia allestita incrostata                                    | Schema secondario<br>4 appoggi su taccate                  | S.2a   |
| Peso fouling   |  |  |  |
| S.2b   |  |  | Peso paratoia allestita con connettori e supporti elastici                         |
|  |  |  | Peso fouling   |
|  |  |  | Variazione termica uniforme su tutti i componenti +20°C escluso fasciame superiore |
|  |  |  | Variazione termica su fasciame superiore +30°C                                     |
| S.2c   |  | Peso paratoia allestita con connettori e supporti elastici |  |
|  |  | Peso fouling   |  |
|  |  | Variazione termica uniforme su tutti i componenti -20°C    |  |
| Schema secondario<br>4 appoggi su taccate perdita di un appoggio |  | S.2d   | Peso paratoia allestita con connettori e supporti elastici                         |
|  |  |  | Peso fouling   |

TAB. 6.1 - COMBINAZIONI DI CARICO S.1 E S.2  
PARATOIA ALLESTITA INCROSTATA

| Descrizione   | Vincoli  | Cond. | Carichi Agenti   |
|---|--|-------|--|
| Paratoia allestita pulita senza connettori e senza supporti elastici    | Schema principale<br>4 appoggi su taccate              | S.3a  | Peso paratoia allestita pulita, senza connettori senza supporti elastici   |
|   |  | S.3b  | Peso paratoia allestita pulita, senza connettori senza supporti elastici<br>Variazione termica uniforme su tutti i componenti +20°C escluso fasciame superiore<br>Variazione termica su fasciame superiore +30°C |
|   |  | S.3c  | Peso paratoia allestita pulita, senza connettori senza supporti elastici<br>Variazione termica uniforme su tutti i componenti -20°C  |
| Paratoia allestita pulita senza supporti elastici. Montaggio connettori | Schema principale<br>4 appoggi su taccate              | S.4a  | Peso paratoia allestita pulita senza supporti elastici<br>con 1 connettore   |
|   |  | S.4b  | Peso paratoia allestita pulita senza supporti elastici<br>con 2 connettori   |
| Paratoia allestita incrostata   | Schema aggiuntivo principale<br>2 taccate + 2 supporti | S.5a  | Peso paratoia allestita con connettori e supporti elastici<br>Peso fouling   |
| Paratoia allestita incrostata   | Schema aggiuntivo secondario<br>2 taccate + 2 supporti | S.6a  | Peso paratoia allestita con connettori e supporti elastici<br>Peso fouling   |

TAB. 6.2 – COMBINAZIONI DI CARICO S.3, S.4, S.5 E S.6



|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 74 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

## 7. RISULTATI

### 7.1. Verifiche tensionali

#### 7.1.1. Generalità

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i valori massimi delle tensioni per le diverse tipologie di componenti della paratoia e per le condizioni significative.

I risultati in termini di tensioni per le condizioni S.3 e S.4 sono riportati solo nelle immagini, in quanto condizioni esaminate ai soli fini della valutazione dello stato deformativo. Le tensioni per queste condizioni sono simili a quelle delle corrispondenti condizioni S.1.

Per tutte le condizioni, i valori delle tensioni sono sempre inferiori alla sollecitazione ammissibile, con tre eccezioni evidenziate in grassetto.

La prima eccezione si presenta nella condizione S.2b in corrispondenza dell'incrocio fra il diaframma longitudinale e il telaio rinforzato trasversale, dove la tensione massima è di  $177 \text{ N/mm}^2$ , con una modestissima sovra-tensione del 2% rispetto all'ammissibile di  $174 \text{ N/mm}^2$ .

La seconda eccezione si presenta nella condizione S.2d (con perdita di un appoggio) in corrispondenza dell'incrocio fra il diaframma longitudinale e il telaio rinforzato trasversale, dove la tensione massima è superiore alla tensione ammissibile del 9% ( $235 \text{ N/mm}^2$  rispetto a  $216 \text{ N/mm}^2$ ) e pari all'85% del limite di snervamento ( $235 \text{ N/mm}^2$  rispetto a  $275 \text{ N/mm}^2$ ).

La terza ed ultima eccezione si presenta nella condizione S.6a in corrispondenza dell'incrocio fra il diaframma longitudinale e il telaio rinforzato trasversale, dove la tensione massima è superiore alla tensione ammissibile del 7% ( $186 \text{ N/mm}^2$  rispetto a  $174 \text{ N/mm}^2$ ) e pari all'68% del limite di snervamento ( $186 \text{ N/mm}^2$  rispetto a  $275 \text{ N/mm}^2$ ).

Tenendo conto che le sovra-tensioni sono concentrate in un'area molto piccola, si mantengono significativamente entro il limite di comportamento elastico e sono dovute al massimo carico verticale avendo considerato la paratoia completamente incrostata e con i connettori montati, i risultati ottenuti si considerano accettabili.

|  |         |                  |  |                       |            |
|--|---------|------------------|--|-----------------------|------------|
|  | Rev.    | Data:            | El.  | MV080P-PE-MAR-2020-C0 | Pag. n. 75 |
|  | Rev. C0 | Data: 10/06/2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |                       |            |

7.1.2. Paratoia allestita incrociata - Schema principale - Condizioni S.1a, S.1b e S.1c

| Funzione                                    | posizione/elemento                                      | spessore nominale (mm) | riduzione per corrosione (mm) | materiale | $\sigma_{amm}$<br>h = 1,55<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Condizione S.1a                                 |  | Condizione S.1b                                 |  | Condizione S.1c                                 |  |
|---|---|------------------------|-------------------------------|-----------|--|---|--|---|--|---|--|
|   |   |                        |                               |           |  | $\sigma_{von}$<br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior<br>soll.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{von}$<br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior<br>soll.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{von}$<br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior<br>soll.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
| Fasciami esterni                            | superiore   | 9-12-13                | 1,5                           | S275J0    | 174  | 26  | 45                                       | 26  | 26                                       |   |  |
|   | inferiore   | 9-12-13                | 1,5                           | S275J0    | 174  | 85  | 94                                       | 91  |  |   |  |
|   | laterale  | 9-12-13                | 1,5                           | S275J0    | 174  | 17  | 49                                       | 17  |  |   |  |
|   | posteriore  | 9-13                   | 1,5                           | S275J0    | 174  | 28  | 52                                       | 28  |  |   |  |
|   | anteriore   | 13                     | 1,5                           | S275J0    | 174  | 8   | 21                                       | 7   |  |   |  |
|   | ossatura 01   | 9                      | 1,5                           | S275J0    | 174  | 9   | 38                                       | 9   |  |   |  |
|   | inferiore sotto pinna                                   | 20                     | 1,5                           | S275J0    | 168  | 16  | 26                                       | 18  |  |   |  |
| Fasciami interni<br>(paratie longitudinali) | tipici<br>(15 mm solo per irrigidimenti pinne)          | 10-12-15               | 2                             | S275J0    | 174  | 96  | 104                                      | 112   |  |   |  |
|   | irrigidimenti pinne                                     | 20                     | 2                             | S275J0    | 168  | 14  | 25                                       | 13  |  |   |  |
|   | zone recessi twist lock                                 | 30                     | 2                             | S275J2    | 168  | 14  | 21                                       | 13  |  |   |  |
|   | zone recessi twist lock                                 | 60                     | 2                             | S355K2    | 203  | 24  | 36                                       | 23  |  |   |  |
|   | pinna   | 180                    | 2                             | S355K2    | 173  | 12  | 18                                       | 12  |  |   |  |
| Rinforzi ordinari                           | piatti di paratie longitudinali,<br>diaframma telaio 08 | 11                     | 2                             | S275J0    | 174  | 24  | 29                                       | 29  |  |   |  |
|   | piatti fasciame posteriore                              | 12-15                  | 1,5                           | S275J0    | 174  | 13  | 45                                       | 13  |  |   |  |
|   | ferri a bulbo di fasciami esterni                       | max<br>Hp 300x13       | 2                             | S275J0    | 174  | 49  | 54                                       | 58  | -62                                      | -69   |  |
| Squadre                                     | spigoli   | 10                     | 2                             | S275J0    | 174  | 30  | 33                                       | 36  |  |   |  |
| Piatti rinforzo fori                        | paratie longitudinali                                   | 11                     | 2                             | S275J0    | 174  | -51   | -46                                      | -56   |  |   |  |

TAB. 7.1 - VERIFICHE TENSIONALI COMBINAZIONI S1a, S.1b, S.1c- FASCIAMI



|      |         |   |            |     |                       |            |
|------|---------|---|------------|-----|-----------------------|------------|
| Rev. | Rev. C0 | Data:   | 10/06/2013 | EI. | MV080P-PE-MAR-2020-C0 | Pag. n. 76 |
|      |         | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |     |                       |            |

| Funzione         | posizione/elemento    | spessore nominale (mm) | riduzione per corrosione (mm) | materiale | $\sigma_{amm}$<br>$h = 1,55$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Condizione S.1a                                 |  | Condizione S.1b                                 |  | Condizione S.1c                                 |  |
|------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|-----------|--|---|--|---|--|---|--|
|                  |                       |                        |                               |           |  | $\sigma_{von}$<br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior<br>soll.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{von}$<br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior<br>soll.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{von}$<br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior<br>soll.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
| Telai rinforzati | ossatura 02           | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 174  | 21  | 18                                       | 33  | 34                                       | 21  | 18                                       |
|                  | ossatura 03           | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 174  | 42  | 72                                       | 51  | 73                                       | 43  | 82                                       |
|                  | ossatura 04           | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 174  | 114   | 69                                       | 121   | 78                                       | 111   | 68                                       |
|                  | ossatura 05           | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 174  | 29  | -28                                      | 40  | 40                                       | 25  | -24                                      |
|                  | ossatura 06           | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 174  | 26  | -24                                      | 38  | 35                                       | 22  | -20                                      |
|                  | ossatura 07           | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 174  | 24  | -21                                      | 36  | 34                                       | 21  | -18                                      |
|                  | ossatura 08           | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 174  | 92  | 52                                       | 97  | 61                                       | 91  | 53                                       |
|                  | ossatura 09           | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 174  | 21  | -16                                      | 37  | 24                                       | 22  | 17                                       |
|                  | ossatura 10           | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 174  | 11  | 10                                       | 21  | 22                                       | 12  | 11                                       |
|                  | ossatura 11           | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 174  | 7   | 7  | 21  | 22                                       | 7   | 7  |
|                  | Telaio ammortizzatori | diaframma centrale     | 10-12<br>12-14                | 2         | S275J0   | 174   | 21                                       | 17  | 36                                       | 37  | 15                                       |
| ossatura 11      |                       | 10                     | 1                             | S275J0    | 174  | 9   |  | 19  |  | 8   |  |
|                  |                       | 10                     | 1                             | S275J0    | 174  |   | -6                                       |   | -13                                      |   | -6                                       |
|                  |                       | 20                     | 1                             | S275J0    | 168  | 2   |  | 3   |  | 2   |  |

TAB. 7.2 - VERIFICHE TENSIONALI COMBINAZIONI S1a, S.1b, S.1c - TELAI

|  |         |                  |   |                       |            |
|--|---------|------------------|---|-----------------------|------------|
|  | Rev.    | Data:            | El.   | MV080P-PE-MAR-2020-C0 | Pag. n. 77 |
|  | Rev. C0 | Data: 10/06/2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |                       |            |

7.1.3. Paratoia allestita incrociata - Schema secondario - Condizioni S.2a, S.2b e S.2c

| Funzione                                    | posizione/elemento                                      | spessore nominale (mm) | riduzione per corrosione (mm) | materiale | σ <sub>amm</sub><br>h = 1,55<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Condizione S.2a                                   |  | Condizione S.2b                                   |  | Condizione S.2c                                   |  |
|---|---|------------------------|-------------------------------|-----------|--|---|--|---|--|---|--|
|   |   |                        |                               |           |  | σ <sub>von</sub><br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior<br>soll.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | σ <sub>von</sub><br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior<br>soll.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | σ <sub>von</sub><br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior<br>soll.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
| Fasciami esterni                            | superiore   | 9-12-13                | 1,5                           | S275J0    | 174  | 26  | 44                                       | 26  |  |   |  |
|   | inferiore   | 9-12-13                | 1,5                           | S275J0    | 174  | 114   | 121                                      | 114   |  |   |  |
|   | laterale  | 9-12-13                | 1,5                           | S275J0    | 174  | 16  | 49                                       | 17  |  |   |  |
|   | posteriore  | 9-13                   | 1,5                           | S275J0    | 174  | 27  | 52                                       | 28  |  |   |  |
|   | anteriore   | 13                     | 1,5                           | S275J0    | 174  | 7   | 21                                       | 6   |  |   |  |
|   | ossatura 01   | 9                      | 1,5                           | S275J0    | 174  | 9   | 38                                       | 8   |  |   |  |
|   | inferiore sotto pinna                                   | 20                     | 1,5                           | S275J0    | 168  | 16  | 26                                       | 15  |  |   |  |
| Fasciami interni<br>(paratie longitudinali) | tipici<br>(15 mm solo per irrigidimenti pinne)          | 10-12-15               | 2                             | S275J0    | 174  | 141   | 141                                      | 142   |  |   |  |
|   | irrigidimenti pinne                                     | 20                     | 2                             | S275J0    | 168  | 14  | 25                                       | 14  |  |   |  |
|   | zone recessi twist lock                                 | 30                     | 2                             | S275J2    | 168  | 11  | 19                                       | 11  |  |   |  |
|   | zone recessi twist lock                                 | 60                     | 2                             | S355K2    | 203  | 18  | 35                                       | 18  |  |   |  |
|   | pinna   | 180                    | 2                             | S355K2    | 173  | 12  | 18                                       | 12  |  |   |  |
| Rinforzi ordinari                           | piatti di paratie longitudinali,<br>diaframma telaio 08 | 11                     | 2                             | S275J0    | 174  | 23  | 28                                       | 26  |  |   |  |
|   | piatti fasciame posteriore                              | 12-15                  | 1,5                           | S275J0    | 174  | 13  | 45                                       | 13  |  |   |  |
|   | ferri a bulbo di fasciami esterni                       | max<br>Hp 300x13       | 2                             | S275J0    | 174  | 49  | 52                                       | 47  | -59                                      | -50   |  |
| Squadre                                     | spigoli   | 10                     | 2                             | S275J0    | 174  | 26  | 31                                       | 27  |  |   |  |
| Piatti rinforzo fori                        | paratie longitudinali                                   | 11                     | 2                             | S275J0    | 174  | -64   | -63                                      | -69   |  |   |  |

TAB. 7.3 - VERIFICHE TENSIONALI COMBINAZIONI S2a, S.2b, S.2c- FASCIAMI



Rev.

Data:

El.

MV080P-PE-MAR-2020-C0

Rev. C0

Data: 10/06//2013

VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA

Pag. n. 78

| Funzione         | posizione/elemento    | spessore nominale (mm) | riduzione per corrosione (mm) | materiale | $\sigma_{amm}$<br>h = 1,55<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Condizione S.2a                                 |  | Condizione S.2b                                 |  | Condizione S.2c                                 |  |
|------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|-----------|--|---|--|---|--|---|--|
|                  |                       |                        |                               |           |  | $\sigma_{von}$<br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior<br>soll.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{von}$<br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior<br>soll.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{von}$<br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior<br>soll.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
| Telai rinforzati | ossatura 02           | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 174  | 22  | 17                                       | 33  | 34                                       | 21  | 18                                       |
|                  | ossatura 03           | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 174  | 45  | 61                                       | 53  | 70                                       | 46  | 61                                       |
|                  | ossatura 04           | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 174  | 34  | 34                                       | 37  | 38                                       | 36  | 37                                       |
|                  | ossatura 05           | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 174  | 171   | 98                                       | 177   | 106                                      | 169   | 100                                      |
|                  | ossatura 06           | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 174  | 34  | 33                                       | 45  | 45                                       | 32  | -30                                      |
|                  | ossatura 07           | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 174  | 26  | -22                                      | 37  | 34                                       | 22  | -20                                      |
|                  | ossatura 08           | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 174  | 17  | 15                                       | 28  | 27                                       | 14  | 14                                       |
|                  | ossatura 09           | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 174  | 46  | 28                                       | 50  | 38                                       | 45  | 28                                       |
|                  | ossatura 10           | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 174  | 10  | 10                                       | 21  | 22                                       | 11  | 11                                       |
|                  | ossatura 11           | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 174  | 7   | 7  | 21  | 22                                       | 7   | 8  |
|                  | Telaio ammortizzatori | diaframma centrale     | 10-12<br>12-14                | 2         | S275J0   | 174   | 30                                       | 23  | 39                                       | 40  | 27                                       |
| ossatura 11      |                       | 10                     | 1                             | S275J0    | 174  | 9   |  | 19  |  | 7   |  |
|                  |                       | 10                     | 1                             | S275J0    | 174  |   | -6                                       |   | -13                                      |   | -5                                       |
|                  |                       | 20                     | 1                             | S275J0    | 168  | 2   |  | 3   |  | 2   |  |

TAB. 7.4 - VERIFICHE TENSIONALI COMBINAZIONI S2a, S.2b, S.2c - TELAI



|  |         |                  |  |                       |            |
|--|---------|------------------|--|-----------------------|------------|
|  | Rev.    | Data:            | El.  | MV080P-PE-MAR-2020-C0 | Pag. n. 79 |
|  | Rev. C0 | Data: 10/06/2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |                       |            |

7.1.4. Paratoia allestita incrociata – Perdita di un appoggio – Condizioni S.1d, S.2d

| Funzione                                    | posizione/elemento                                      | spessore nominale (mm) | riduzione per corrosione (mm) | materiale | $\sigma_{amm}$<br>$h = 1,25$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Condizione S.1d                                 |  | Condizione S.2d                                 |  |
|---|---|------------------------|-------------------------------|-----------|--|---|--|---|--|
|   |   |                        |                               |           |  | $\sigma_{von}$<br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior<br>soll.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{von}$<br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior<br>soll.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
| Fasciami esterni                            | superiore   | 9-12-13                | 1,5                           | S275J0    | 216  | 34  | 29                                       |   |  |
|   | inferiore   | 9-12-13                | 1,5                           | S275J0    | 216  | 170   | 156                                      |   |  |
|   | laterale  | 9-12-13                | 1,5                           | S275J0    | 216  | 18  | 17                                       |   |  |
|   | posteriore  | 9-13                   | 1,5                           | S275J0    | 216  | 30  | 28                                       |   |  |
|   | anteriore   | 13                     | 1,5                           | S275J0    | 216  | 16  | 12                                       |   |  |
|   | ossatura 01   | 9                      | 1,5                           | S275J0    | 216  | 33  | 16                                       |   |  |
| Fasciami interni<br>(paratie longitudinali) | inferiore sotto pinna                                   | 20                     | 1,5                           | S275J0    | 208  | 23  | 17                                       |   |  |
|   | tipici<br>(15 mm solo per irrigidimenti pinne)          | 10-12-15               | 2                             | S275J0    | 216  | 191   | 190                                      |   |  |
|   | irrigidimenti pinne                                     | 20                     | 2                             | S275J0    | 208  | 17  | 14                                       |   |  |
|   | zone recessi twist lock                                 | 30                     | 2                             | S275J2    | 208  | 22  | 12                                       |   |  |
|   | zone recessi twist lock                                 | 60                     | 2                             | S355K2    | 252  | 38  | 20                                       |   |  |
|   | pinna   | 180                    | 2                             | S355K2    | 214  | 13  | 12                                       |   |  |
| Rinforzi ordinari                           | piatti di paratie longitudinali,<br>diaframma telaio 08 | 11                     | 2                             | S275J0    | 216  | 41  | 31                                       |   |  |
|   | piatti fasciame posteriore                              | 12-15                  | 1,5                           | S275J0    | 216  | 17  | 14                                       |   |  |
| Squadre                                     | ferri a bulbo di fasciami esterni                       | max<br>Hp 300x13       | 2                             | S275J0    | 216  | 83  | 61                                       | -64   |  |
|   | spigoli   | 10                     | 2                             | S275J0    | 216  | 52  | 34                                       |   |  |
| Piatti rinforzo fori                        | paratie longitudinali                                   | 11                     | 2                             | S275J0    | 216  |   |  | -88   |  |

TAB. 7.5 - VERIFICHE TENSIONALI COMBINAZIONI S.1d E S.2d – FASCIAMI



|         |       |   |            |
|---------|-------|---|------------|
| Rev.    | El.   | MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 80 |
| Rev. C0 | Data: | 10/06/2013  |            |
|         |       | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

| Funzione         | posizione/elemento    | spessore nominale (mm) | riduzione per corrosione (mm) | materiale | $\sigma_{amm}$<br>$h = 1,25$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Condizione S.1d                                 |                                      | Condizione S.2d                                 |                                      |
|------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|-----------|--|---|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
|                  |                       |                        |                               |           |  | $\sigma_{von}$<br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior sol.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{von}$<br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior sol.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
| Telai rinforzati | ossatura 02           | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 216  | 44  | 34                                   | 31  | 23                                   |
|                  | ossatura 03           | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 216  | 70  | 125                                  | 56  | 78                                   |
|                  | ossatura 04           | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 216  | 216   | 124                                  | 42  | 45                                   |
|                  | ossatura 05           | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 216  | 45  | 45                                   | <b>235</b>                                      | 134                                  |
|                  | ossatura 06           | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 216  | 32  | 29                                   | 41  | 42                                   |
|                  | ossatura 07           | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 216  | 29  | 28                                   | 28  | -25                                  |
|                  | ossatura 08           | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 216  | 189   | 98                                   | 18  | 17                                   |
|                  | ossatura 09           | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 216  | 36  | -28                                  | 86  | 43                                   |
|                  | ossatura 10           | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 216  | 17  | 19                                   | 13  | 15                                   |
|                  | ossatura 11           | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 216  | 13  | 12                                   | 10  | 10                                   |
|                  | Telaio ammortizzatori | diaframma centrale     | 10-12<br>12-14                | 2         | S275J0   | 216   | 23                                   | 18  | 30                                   |
| ossatura 11      |                       | 10                     | 1                             | S275J0    | 216  | 17  |                                      | 13  |                                      |
|                  |                       | 10                     | 1                             | S275J0    | 216  |   | -11                                  |   | -9                                   |
|                  |                       | 20                     | 1                             | S275J0    | 208  | 2   |                                      | 2   |                                      |

TAB. 7.6 - VERIFICHE TENSIONALI COMBINAZIONI S.1d E S.2d - TELAI

|  |         |                  |   |                       |            |
|--|---------|------------------|---|-----------------------|------------|
|  | Rev.    | Data:            | El.   | MV080P-PE-MAR-2020-C0 | Pag. n. 81 |
|  | Rev. C0 | Data: 10/06/2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |                       |            |

7.1.5. Paratoia allestita incrociata – Schemi aggiuntivi - Condizioni S.5a, S.6a

| Funzione                                 | posizione/elemento                                   | spessore nominale (mm) | riduzione per corrosione (mm) | materiale | $\sigma_{amm}$<br>h = 1,55<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Condizione S.5a Schema aggiuntivo principale |                                    | Condizione S.6a Schema aggiuntivo secondario |                                    |
|--|--|------------------------|-------------------------------|-----------|--|--|------------------------------------|--|------------------------------------|
|  |  |                        |                               |           |  | $\sigma_{von}$ Mises [N/mm <sup>2</sup> ]    | Peggior soll. [N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{von}$ Mises [N/mm <sup>2</sup> ]    | Peggior soll. [N/mm <sup>2</sup> ] |
| Fasciami esterni                         | superiore  | 9-12-13                | 1,5                           | S275J0    | 174  | 26   | 26                                 |  |                                    |
|  | inferiore  | 9-12-13                | 1,5                           | S275J0    | 174  | 116  | 125                                |  |                                    |
|  | laterale   | 9-12-13                | 1,5                           | S275J0    | 174  | 17   | 17                                 |  |                                    |
|  | posteriore   | 9-13                   | 1,5                           | S275J0    | 174  | 28   | 27                                 |  |                                    |
|  | anteriore  | 13                     | 1,5                           | S275J0    | 174  | 9  | 8                                  |  |                                    |
|  | ossatura 01  | 9                      | 1,5                           | S275J0    | 174  | 11   | 9                                  |  |                                    |
| Fasciami interni (paratie longitudinali) | inferiore sotto pinna                                | 20                     | 1,5                           | S275J0    | 168  | 16   | 16                                 |  |                                    |
|  | tipici (15 mm solo per irrigidimenti pinne)          | 10-12-15               | 2                             | S275J0    | 174  | 131  | 154                                |  |                                    |
|  | irrigidimenti pinne                                  | 20                     | 2                             | S275J0    | 168  | 14   | 14                                 |  |                                    |
|  | zone recessi twist lock                              | 30                     | 2                             | S275J2    | 168  | 12   | 11                                 |  |                                    |
|  | zone recessi twist lock                              | 60                     | 2                             | S355K2    | 203  | 19   | 18                                 |  |                                    |
|  | pinna  | 180                    | 2                             | S355K2    | 173  | 12   | 12                                 |  |                                    |
| Rinforzi ordinari                        | piatti di paratie longitudinali, diaframma telaio 08 | 11                     | 2                             | S275J0    | 174  | 28   | 25                                 |  |                                    |
|  | piatti fasciame posteriore                           | 12-15                  | 1,5                           | S275J0    | 174  | 13   | 13                                 |  |                                    |
|  | ferri a bulbo di fasciami esterni                    | max Hp 300x13          | 2                             | S275J0    | 174  | 53   | 53                                 | -63  | -49                                |
| Squadre                                  | spigoli  | 10                     | 2                             | S275J0    | 174  | 33   | 26                                 |  |                                    |
| Piatti rinforzo fori                     | paratie longitudinali                                | 11                     | 2                             | S275J0    | 174  |  |                                    | -60  | -69                                |

TAB. 7.7 - VERIFICHE TENSIONALI COMBINAZIONI S.5a E S.6a – FASCIAMI



|         |   |                       |            |
|---------|---|-----------------------|------------|
| Rev.    | El.   | MV080P-PE-MAR-2020-C0 | Pag. n. 82 |
| Rev. C0 | Data:   | 10/06/2013            |            |
|         | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |                       |            |

| Funzione              | posizione/elemento | spessore nominale (mm) | riduzione per corrosione (mm) | materiale | $\sigma_{amm}$<br>$h = 1,55$<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Condizione S.5a<br>Schema aggiuntivo principale |                                      | Condizione S.6a<br>Schema aggiuntivo secondario |                                      |
|-----------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------|-----------|--|---|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
|                       |                    |                        |                               |           |  | $\sigma_{von}$<br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior sol.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | $\sigma_{von}$<br>Mises<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | Peggior sol.<br>[N/mm <sup>2</sup> ] |
| Telai rinforzati      | ossatura 02        | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 174  | 25  | 22                                   | 22  | 18                                   |
|                       | ossatura 03        | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 174  | 46  | 77                                   | 46  | 61                                   |
|                       | ossatura 04        | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 174  | 158   | 91                                   | 36  | 36                                   |
|                       | ossatura 05        | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 174  | 33  | 32                                   | 186   | 106                                  |
|                       | ossatura 06        | 10-12                  | 2                             | S275J0    | 174  | 25  | 22                                   | 36  | 35                                   |
|                       | ossatura 07        | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 174  | 16  | 18                                   | 25  | -22                                  |
|                       | ossatura 08        | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 174  | 12  | 16                                   | 15  | 16                                   |
|                       | ossatura 09        | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 174  | 11  | -9                                   | 13  | -10                                  |
|                       | ossatura 10        | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 174  | 8   | 9                                    | 8   | 10                                   |
|                       | ossatura 11        | 12-14                  | 2                             | S275J0    | 174  | 12  | 13                                   | 9   | 10                                   |
|                       | diaframma centrale | 10-12<br>12-14         | 2                             | 2         | S275J0   | 174   | 19                                   | 15  | 30                                   |
| Telaio ammortizzatori | ossatura 11        | 10                     | 1                             | S275J0    | 174  | 42  |                                      | 31  |                                      |
|                       |                    | 10                     | 1                             | S275J0    | 174  |   | -19                                  |   | -16                                  |
|                       |                    | 20                     | 1                             | S275J0    | 168  | 17  |                                      | 13  |                                      |

TAB. 7.8 - VERIFICHE TENSIONALI COMBINAZIONI S.5a E S.6a - TELAI

## 7.2. Reazioni vincolari

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le reazioni vincolari.

La reazione lungo x è positiva se rivolta verso poppa, la reazione lungo y è positiva se rivolta verso destra, la reazione z è positiva se rivolta verso l'alto.

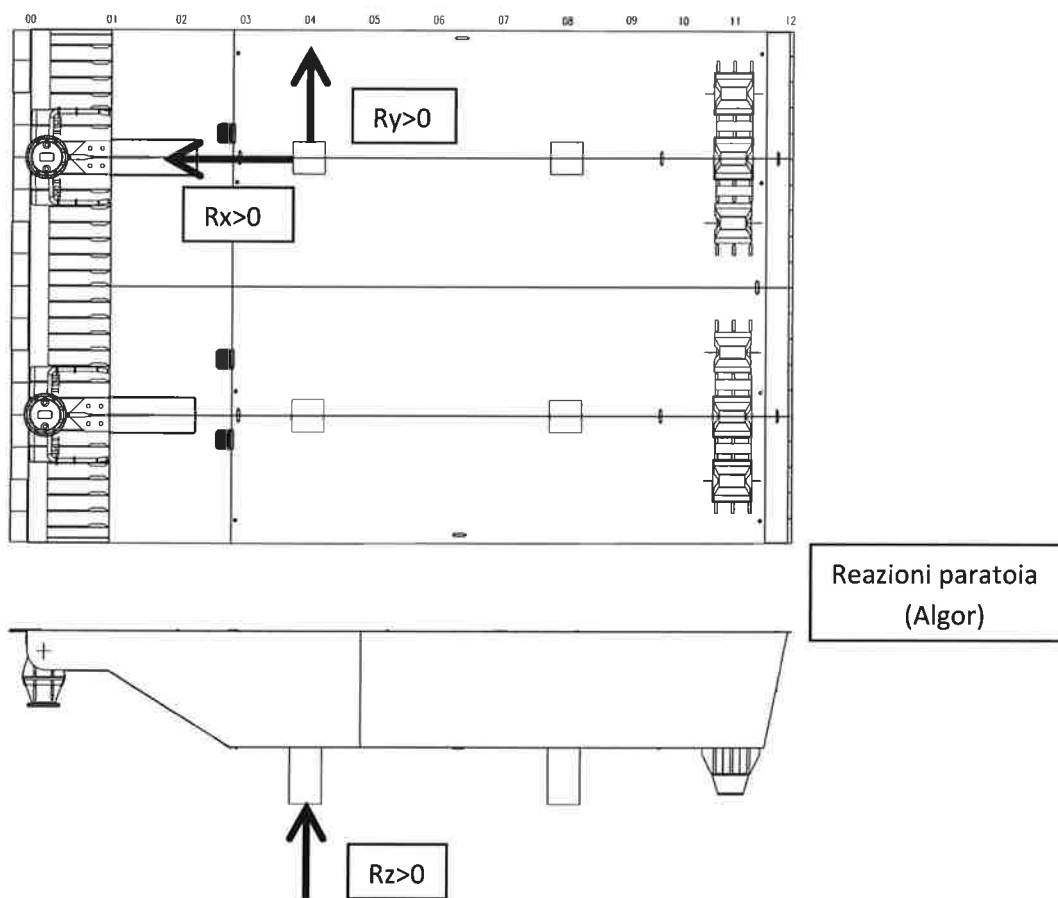
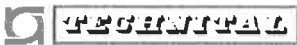


FIG. 7.1 - CONVENZIONI DI SEGNO PER LE REAZIONI DELLA PARATOIA

| REAZIONI (kN)                | Combinazione S.1a |         |         | Combinazione S.1b |         |         | Combinazione S.1c |         |         |
|------------------------------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|
|                              | Rx (kN)           | Ry (kN) | Rz (kN) | Rx (kN)           | Ry (kN) | Rz (kN) | Rx (kN)           | Ry (kN) | Rz (kN) |
| Appoggio posteriore sinistro | 159               | 7       | 979     | -912              | 201     | 979     | 1.275             | -195    | 979     |
| Appoggio posteriore destro   | 159               | -7      | 979     | -912              | -201    | 979     | 1.275             | 195     | 979     |
| Appoggio anteriore sinistro  | -159              | 1       | 996     | 912               | 202     | 996     | -1.275            | -207    | 996     |
| Appoggio anteriore destro    | -159              | -1      | 996     | 912               | -202    | 996     | -1.275            | 207     | 996     |

TAB. 7.9 - REAZIONI PARATOIA ALLESTITA INCROSTATATA – SCHEMA PRINCIPALE



|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 84 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

| REAZIONI (kN)                | Combinazione S.2a |         |         | Combinazione S.2b |         |         | Combinazione S.2c |         |         |
|------------------------------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|
|                              | Rx (kN)           | Ry (kN) | Rz (kN) | Rx (kN)           | Ry (kN) | Rz (kN) | Rx (kN)           | Ry (kN) | Rz (kN) |
| Appoggio posteriore sinistro | 134               | 9       | 1.473   | -978              | 210     | 1.473   | 1288              | -196    | 1.473   |
| Appoggio posteriore destro   | 134               | -9      | 1.473   | -978              | -210    | 1.473   | 1288              | 196     | 1.473   |
| Appoggio anteriore sinistro  | -134              | -1      | 502     | 978               | 198     | 502     | -1288             | -208    | 502     |
| Appoggio anteriore destro    | -134              | 1       | 502     | 978               | -198    | 502     | -1288             | 208     | 502     |

TAB. 7.10 - REAZIONI PARATOIA ALLESTITA INCROSTATA – SCHEMA SECONDARIO

| REAZIONI (kN)                | Combinazione S.1d<br>Schema principale |         |         | Combinazione S.2d<br>Schema secondario |         |         |
|------------------------------|--|---------|---------|--|---------|---------|
|                              | Rx (kN)                                | Ry (kN) | Rz (kN) | Rx (kN)                                | Ry (kN) | Rz (kN) |
| Appoggio posteriore sinistro | 0                                      | 0       | 0       | -1                                     | 10      | 1.967   |
| Appoggio posteriore destro   | 172                                    | -16     | 1.957   | 126                                    | -9      | 979     |
| Appoggio anteriore sinistro  | 15                                     | 10      | 1.961   | 0                                      | 0       | 0       |
| Appoggio anteriore destro    | -187                                   | 6       | 32      | -125                                   | -1      | 1.004   |

TAB. 7.11 - REAZIONI PARATOIA ALLESTITA INCROSTATA – PERDITA DI UN APPOGGIO

| REAZIONI (kN)                | Combinazione S.3a |         |         | Combinazione S.3b |         |         | Combinazione S.3c |         |         |
|------------------------------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|-------------------|---------|---------|
|                              | Rx (kN)           | Ry (kN) | Rz (kN) | Rx (kN)           | Ry (kN) | Rz (kN) | Rx (kN)           | Ry (kN) | Rz (kN) |
| Appoggio posteriore sinistro | 113               | 4       | 689     | -958              | 199     | 689     | 1.229             | -198    | 689     |
| Appoggio posteriore destro   | 113               | -4      | 689     | -958              | -199    | 689     | 1.229             | 198     | 689     |
| Appoggio anteriore sinistro  | -113              | 1       | 903     | 958               | 202     | 903     | -1.229            | -207    | 903     |
| Appoggio anteriore destro    | -113              | -1      | 903     | 958               | -202    | 903     | -1.229            | 207     | 903     |


TAB. 7.12 - REAZIONI PARATOIA ALLESTITA PULITA SENZA CONNETTORI E SENZA SUPPORTI ELASTICI – SCHEMA PRINCIPALE

| REAZIONI (kN)                | Combinazione S.4a<br>Con 1 connettore |         |         | Combinazione S.4b<br>Con 2 connettori |         |         |
|------------------------------|---------------------------------------|---------|---------|---------------------------------------|---------|---------|
|                              | Rx (kN)                               | Ry (kN) | Rz (kN) | Rx (kN)                               | Ry (kN) | Rz (kN) |
| Appoggio posteriore sinistro | 138                                   | 3       | 833     | 140                                   | 6       | 912     |
| Appoggio posteriore destro   | 115                                   | -7      | 768     | 140                                   | -6      | 912     |
| Appoggio anteriore sinistro  | -133                                  | 3       | 869     | -140                                  | 1       | 791     |
| Appoggio anteriore destro    | -120                                  | 1       | 825     | -140                                  | -1      | 791     |

TAB. 7.13 - REAZIONI PARATOIA ALLESTITA PULITA SENZA SUPPORTI ELASTICI – SCHEMA PRINCIPALE

| REAZIONI (kN)                | Combinazione S.5a<br>Schema aggiuntivo principale |         |         | Combinazione S.6a<br>Schema aggiuntivo secondario |         |         |
|------------------------------|---|---------|---------|---|---------|---------|
|                              | Rx (kN)   | Ry (kN) | Rz (kN) | Rx (kN)   | Ry (kN) | Rz (kN) |
| Appoggio posteriore sinistro | -15   | 7       | 1365    | -15   | 10      | 1607    |
| Appoggio posteriore destro   | -15   | -7      | 1365    | -15   | -10     | 1607    |
| Appoggio anteriore sinistro  | 15  | -9      | 612     | 15  | -3      | 371     |
| Appoggio anteriore destro    | 15  | 9       | 612     | 15  | 3       | 371     |

TAB. 7.14 - REAZIONI PARATOIA ALLESTITA INCROSTATA – SCHEMA AGGIUNTIVO

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 86 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

### 7.3. Deformazioni

Nelle tabelle seguenti vengono riportati gli spostamenti dei vertici della paratoia rispetto alla condizione indeformata.

Si riportano inoltre le immagini relative alla deformazione dalle paratie longitudinali nei casi S.1a, S.2a, S.3a, S.5a e S.6a.

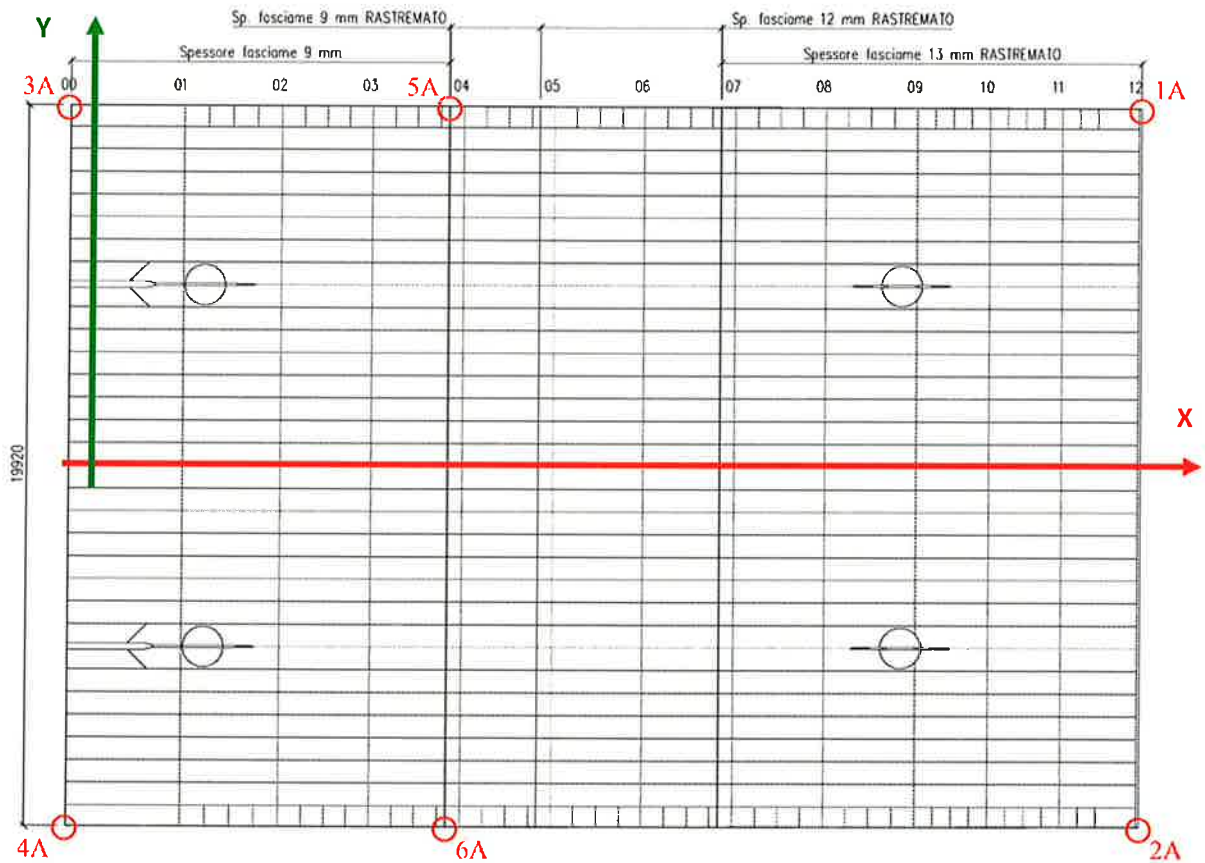


FIG. 7.2 - POSIZIONE PUNTI DI RILEVO FASCIAME SUPERIORE

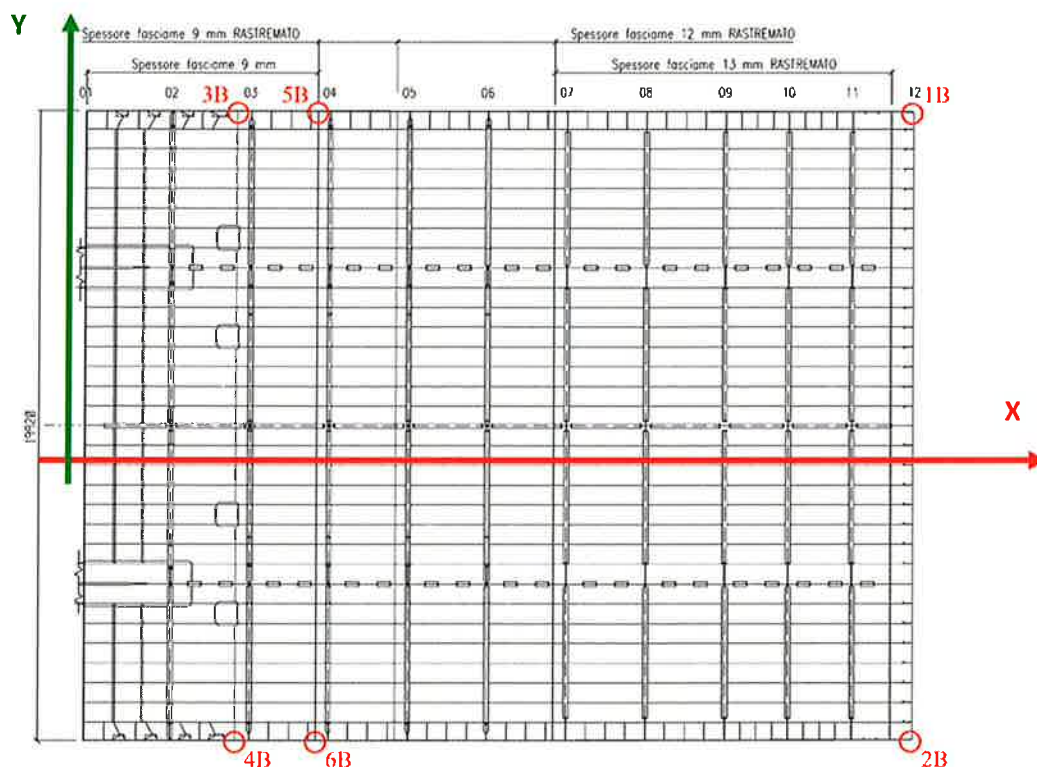
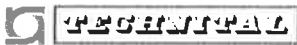


FIG. 7.3 - POSIZIONAMENTO PUNTI DI RILIEVO FASCIAME INFERIORE

| Spostamenti dei vertici (mm) | Combinazione S.1a |        |        | Combinazione S.1b |        |        | Combinazione S.1c |        |        |
|------------------------------|-------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|
|                              | X                 | Y      | Z      | X                 | Y      | Z      | X                 | Y      | Z      |
| <b>Estradosso</b>            |                   |        |        |                   |        |        |                   |        |        |
| - vertice lato laguna 1A     | -0,092            | 0,025  | -2,977 | 4,339             | 3,327  | -4,670 | -3,372            | -2,350 | -4,066 |
| - vertice lato laguna 2A     | -0,092            | -0,025 | -2,977 | 4,339             | -3,327 | -4,670 | -3,372            | 2,350  | -4,066 |
| - vertice lato mare 3A       | -0,594            | -0,010 | -5,421 | -5,927            | 3,314  | -9,132 | 3,305             | -2,380 | -6,320 |
| - vertice lato mare 4A       | -0,594            | 0,010  | -5,421 | -5,927            | -3,314 | -9,132 | 3,305             | 2,380  | -6,320 |
| - inizio rastremazione 5A    | -0,415            | -0,043 | -3,534 | -2,259            | 3,419  | -3,316 | 0,994             | -2,432 | -4,837 |
| - inizio rastremazione 6A    | -0,415            | 0,043  | -3,534 | -2,259            | -3,419 | -3,316 | 0,994             | 2,432  | -4,837 |
| <b>Intradosso</b>            |                   |        |        |                   |        |        |                   |        |        |
| - vertice lato laguna 1B     | -0,176            | -0,007 | -2,955 | 2,643             | 2,275  | -5,255 | -3,084            | -2,374 | -2,990 |
| - vertice lato laguna 2B     | -0,176            | 0,007  | -2,955 | 2,643             | -2,275 | -5,255 | -3,084            | 2,374  | -2,990 |
| - vertice lato mare 3B       | 0,102             | -0,010 | -3,861 | -1,678            | 2,238  | -5,125 | 1,953             | -2,358 | -3,976 |
| - vertice lato mare 4B       | 0,102             | 0,010  | -3,861 | -1,678            | -2,238 | -5,125 | 1,953             | 2,358  | -3,976 |
| - inizio rastremazione 5B    | 0,066             | 0,019  | -3,540 | -1,177            | 2,332  | -4,368 | 1,359             | -2,348 | -3,759 |
| - inizio rastremazione 6B    | 0,066             | -0,019 | -3,540 | -1,177            | -2,332 | -4,368 | 1,359             | 2,348  | -3,759 |

TAB. 7.15 - SPOSTAMENTI PARATOIA ALLESTITA INCROSTATA – SCHEMA PRINCIPALE

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 88 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

| Spostamenti dei vertici<br>(mm) | Combinazione S.2a |        |         | Combinazione S.2b |        |         | Combinazione S.2c |        |         |
|---------------------------------|-------------------|--------|---------|-------------------|--------|---------|-------------------|--------|---------|
|                                 | X                 | Y      | Z       | X                 | Y      | Z       | X                 | Y      | Z       |
| <b>Estradosso</b>               |                   |        |         |                   |        |         |                   |        |         |
| - vertice lato laguna 1A        | -1,507            | 0,021  | 0,416   | 2,151             | 3,315  | -0,494  | -4,238            | -2,345 | -0,771  |
| - vertice lato laguna 2A        | -1,507            | -0,021 | 0,416   | 2,151             | -3,315 | -0,494  | -4,238            | 2,345  | -0,771  |
| - vertice lato mare 3A          | -2,062            | -0,014 | -12,025 | -8,172            | 3,313  | -16,666 | 2,390             | -2,387 | -12,935 |
| - vertice lato mare 4A          | -2,062            | 0,014  | -12,025 | -8,172            | -3,313 | -16,666 | 2,390             | 2,387  | -12,935 |
| - inizio rastremazione 5A       | -1,868            | -0,045 | -6,428  | -4,494            | 3,415  | -6,582  | 0,098             | -2,433 | -7,729  |
| - inizio rastremazione 6A       | -1,868            | 0,045  | -6,428  | -4,494            | -3,415 | -6,582  | 0,098             | 2,433  | -7,729  |
| <b>Intradosso</b>               |                   |        |         |                   |        |         |                   |        |         |
| - vertice lato laguna 1B        | -0,116            | -0,004 | 0,142   | 2,178             | 2,268  | -1,426  | -2,477            | -2,361 | 0,013   |
| - vertice lato laguna 2B        | -0,116            | 0,004  | 0,142   | 2,178             | -2,268 | -1,426  | -2,477            | 2,361  | 0,013   |
| - vertice lato mare 3B          | 0,224             | 0,004  | -7,637  | -2,079            | 2,269  | -9,408  | 2,621             | -2,362 | -7,751  |
| - vertice lato mare 4B          | 0,224             | -0,004 | -7,637  | -2,079            | -2,269 | -9,408  | 2,621             | 2,362  | -7,751  |
| - inizio rastremazione 5B       | 0,172             | 0,015  | -6,431  | -1,577            | 2,316  | -7,630  | 1,993             | -2,342 | -6,648  |
| - inizio rastremazione 6B       | 0,172             | -0,015 | -6,431  | -1,577            | -2,316 | -7,630  | 1,993             | 2,342  | -6,648  |

TAB. 7.16 - SPOSTAMENTI PARATOIA ALLESTITA INCROSTATA – SCHEMA SECONDARIO

| Spostamenti dei vertici<br>(mm) | Combinazione S.1d |        |         | Combinazione S.2d |       |         |
|---------------------------------|-------------------|--------|---------|-------------------|-------|---------|
|                                 | X                 | Y      | Z       | X                 | Y     | Z       |
| <b>Estradosso</b>               |                   |        |         |                   |       |         |
| - vertice lato laguna 1A        | -2,940            | 2,247  | -1,710  | -0,089            | 1,946 | -9,232  |
| - vertice lato laguna 2A        | -2,814            | 2,199  | 6,842   | -0,175            | 1,906 | -0,458  |
| - vertice lato mare 3A          | -3,452            | 2,611  | -25,539 | -0,722            | 1,623 | -10,990 |
| - vertice lato mare 4A          | -3,315            | 2,632  | -11,906 | -0,661            | 1,653 | -4,539  |
| - inizio rastremazione 5A       | -3,351            | 2,389  | -16,194 | -0,488            | 1,739 | -8,875  |
| - inizio rastremazione 6A       | -3,058            | 2,473  | -4,240  | -0,508            | 1,829 | -2,091  |
| <b>Intradosso</b>               |                   |        |         |                   |       |         |
| - vertice lato laguna 1B        | -0,047            | 0,141  | -2,281  | -0,311            | 0,024 | -9,186  |
| - vertice lato laguna 2B        | -0,179            | 0,156  | 6,317   | -0,086            | 0,034 | -0,470  |
| - vertice lato mare 3B          | 0,405             | 0,025  | -18,347 | 0,072             | 0,036 | -9,234  |
| - vertice lato mare 4B          | -0,047            | 0,047  | -5,905  | 0,240             | 0,028 | -2,565  |
| - inizio rastremazione 5B       | 0,369             | 0,026  | -16,198 | 0,010             | 0,044 | -8,877  |
| - inizio rastremazione 6B       | -0,085            | -0,016 | -4,247  | 0,197             | 0,015 | -2,094  |

TAB. 7.17 - SPOSTAMENTI PARATOIA ALLESTITA INCROSTATA – PERDITA DI UN APPOGGIO



| Spostamenti dei vertici<br>(mm) | Combinazione S.3a |        |        | Combinazione S.3b |        |        | Combinazione S.3c |        |        |
|---------------------------------|-------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|
|                                 | X                 | Y      | Z      | X                 | Y      | Z      | X                 | Y      | Z      |
| <b>Estradosso</b>               |                   |        |        |                   |        |        |                   |        |        |
| - vertice lato laguna 1A        | 0,189             | 0,030  | -3,117 | 4,621             | 3,332  | -4,811 | -3,091            | -2,346 | -4,207 |
| - vertice lato laguna 2A        | 0,189             | -0,030 | -3,117 | 4,621             | -3,332 | -4,811 | -3,091            | 2,346  | -4,207 |
| - vertice lato mare 3A          | -0,167            | -0,020 | -3,251 | -5,500            | 3,304  | -6,961 | 3,732             | -2,390 | -4,150 |
| - vertice lato mare 4A          | -0,167            | 0,020  | -3,251 | -5,500            | -3,304 | -6,961 | 3,732             | 2,390  | -4,150 |
| - inizio rastremazione 5A       | -0,040            | -0,024 | -2,503 | -1,884            | 3,438  | -2,285 | 1,369             | -2,414 | -3,806 |
| - inizio rastremazione 6A       | -0,040            | 0,024  | -2,503 | -1,884            | -3,438 | -2,285 | 1,369             | 2,414  | -3,806 |
| <b>Intradosso</b>               |                   |        |        |                   |        |        |                   |        |        |
| - vertice lato laguna 1B        | -0,122            | -0,015 | -3,052 | 2,697             | 2,266  | -5,351 | -3,030            | -2,383 | -3,086 |
| - vertice lato laguna 2B        | -0,122            | 0,015  | -3,052 | 2,697             | -2,266 | -5,351 | -3,030            | 2,383  | -3,086 |
| - vertice lato mare 3B          | 0,064             | -0,021 | -2,590 | -1,716            | 2,226  | -3,854 | 1,916             | -2,370 | -2,705 |
| - vertice lato mare 4B          | 0,064             | 0,021  | -2,590 | -1,716            | -2,226 | -3,854 | 1,916             | 2,370  | -2,705 |
| - inizio rastremazione 5B       | 0,046             | 0,007  | -2,507 | -1,197            | 2,320  | -3,335 | 1,338             | -2,360 | -2,726 |
| - inizio rastremazione 6B       | 0,046             | -0,007 | -2,507 | -1,197            | -2,320 | -3,335 | 1,338             | 2,360  | -2,726 |

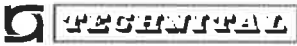
TAB. 7.18 - SPOSTAMENTI PARATOIA ALLESTITA PULITA SENZA CONNETTORI E SENZA SUPPORTI ELASTICI – SCHEMA PRINCIPALE

| Spostamenti dei vertici<br>(mm) | Combinazione S.4a<br>Con 1 connettore |        |        | Combinazione S.4b<br>Con 2 connettori |        |        |
|---------------------------------|---------------------------------------|--------|--------|---------------------------------------|--------|--------|
|                                 | X                                     | Y      | Z      | X                                     | Y      | Z      |
| <b>Estradosso</b>               |                                       |        |        |                                       |        |        |
| - vertice lato laguna 1A        | -0,055                                | 0,138  | -2,721 | -0,269                                | 0,022  | -2,028 |
| - vertice lato laguna 2A        | -0,025                                | 0,086  | -2,424 | -0,269                                | -0,022 | -2,028 |
| - vertice lato mare 3A          | -0,499                                | 0,068  | -4,739 | -0,709                                | -0,005 | -5,371 |
| - vertice lato mare 4A          | -0,377                                | 0,094  | -3,883 | -0,709                                | 0,005  | -5,371 |
| - inizio rastremazione 5A       | -0,335                                | 0,069  | -3,116 | -0,546                                | -0,039 | -3,281 |
| - inizio rastremazione 6A       | -0,250                                | 0,132  | -2,668 | -0,546                                | 0,039  | -3,281 |
| <b>Intradosso</b>               |                                       |        |        |                                       |        |        |
| - vertice lato laguna 1B        | -0,153                                | 0,026  | -2,698 | -0,150                                | -0,006 | -2,048 |
| - vertice lato laguna 2B        | -0,119                                | 0,047  | -2,402 | -0,150                                | 0,006  | -2,048 |
| - vertice lato mare 3B          | 0,090                                 | -0,027 | -3,390 | 0,087                                 | -0,009 | -3,667 |
| - vertice lato mare 4B          | 0,061                                 | 0,003  | -2,867 | 0,087                                 | 0,009  | -3,667 |
| - inizio rastremazione 5B       | 0,057                                 | 0,001  | -3,121 | 0,054                                 | 0,017  | -3,287 |
| - inizio rastremazione 6B       | 0,042                                 | -0,023 | -2,672 | 0,054                                 | -0,017 | -3,287 |

TAB. 7.19 - SPOSTAMENTI PARATOIA PULITA SENZA SUPPORTI ELASTICI – SCHEMA PRINCIPALE

| Spostamenti dei vertici<br>(mm) | Combinazione S.5a<br>Schema aggiuntivo<br>principale |        |        | Combinazione S.6a<br>Schema aggiuntivo<br>secondario |        |         |
|---------------------------------|--|--------|--------|--|--------|---------|
|                                 | X  | Y      | Z      | X  | Y      | Z       |
| <b>Estradosso</b>               |  |        |        |  |        |         |
| - vertice lato laguna 1A        | -1,306   | 0,093  | -0,071 | -1,769   | 0,048  | 0,360   |
| - vertice lato laguna 2A        | -1,306   | -0,093 | -0,071 | -1,769   | -0,048 | 0,360   |
| - vertice lato mare 3A          | -1,545   | 0,019  | -8,285 | -2,249   | -0,007 | -12,513 |
| - vertice lato mare 4A          | -1,545   | -0,019 | -8,285 | -2,249   | 0,007  | -12,513 |
| - inizio rastremazione 5A       | -1,362   | -0,025 | -4,853 | -2,053   | -0,040 | -6,862  |
| - inizio rastremazione 6A       | -1,362   | 0,025  | -4,853 | -2,053   | 0,040  | -6,862  |
| <b>Intradosso</b>               |  |        |        |  |        |         |
| - vertice lato laguna 1B        | -0,127   | -0,072 | -0,312 | -0,202   | -0,033 | 0,046   |
| - vertice lato laguna 2B        | -0,127   | 0,072  | -0,312 | -0,202   | 0,033  | 0,046   |
| - vertice lato mare 3B          | -0,144   | -0,088 | -5,538 | 0,067  | -0,016 | -8,081  |
| - vertice lato mare 4B          | -0,144   | 0,088  | -5,538 | 0,067  | 0,016  | -8,081  |
| - inizio rastremazione 5B       | -0,164   | -0,006 | -4,860 | 0,017  | 0,005  | -6,865  |
| - inizio rastremazione 6B       | -0,164   | 0,006  | -4,860 | 0,017  | -0,005 | -6,865  |

TAB. 7.20 - SPOSTAMENTI PARATOIA ALLESTITA INCROSTATA – SCHEMA AGGIUNTIVO

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 91 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

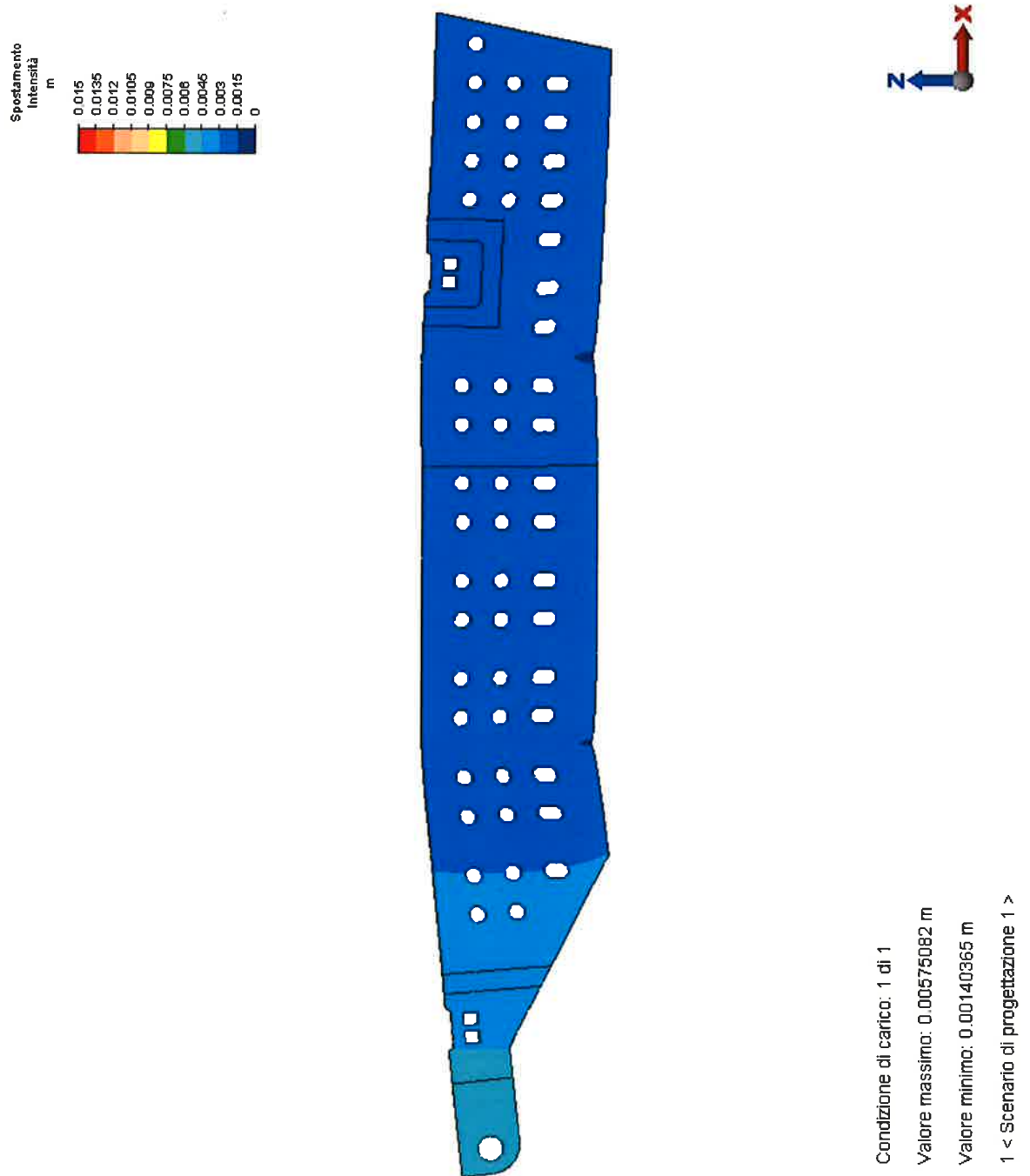


FIG. 7.4 - SPOSTAMENTI PARATIE LONGITUDINALI – CONDIZIONE S.1a

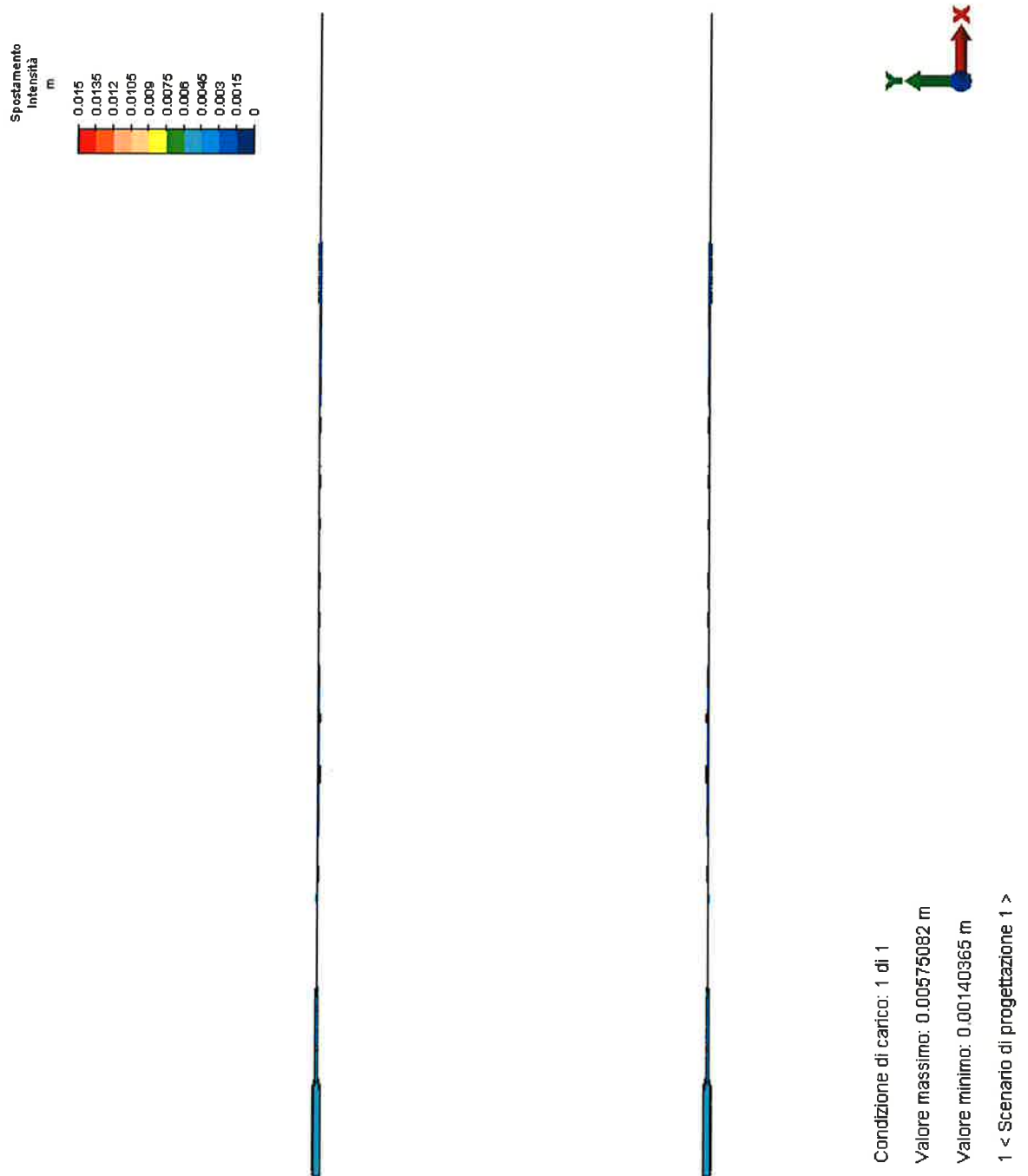



FIG. 7.5 - SPOSTAMENTI PARATIE LONGITUDINALI – CONDIZIONE S.1a

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 93 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

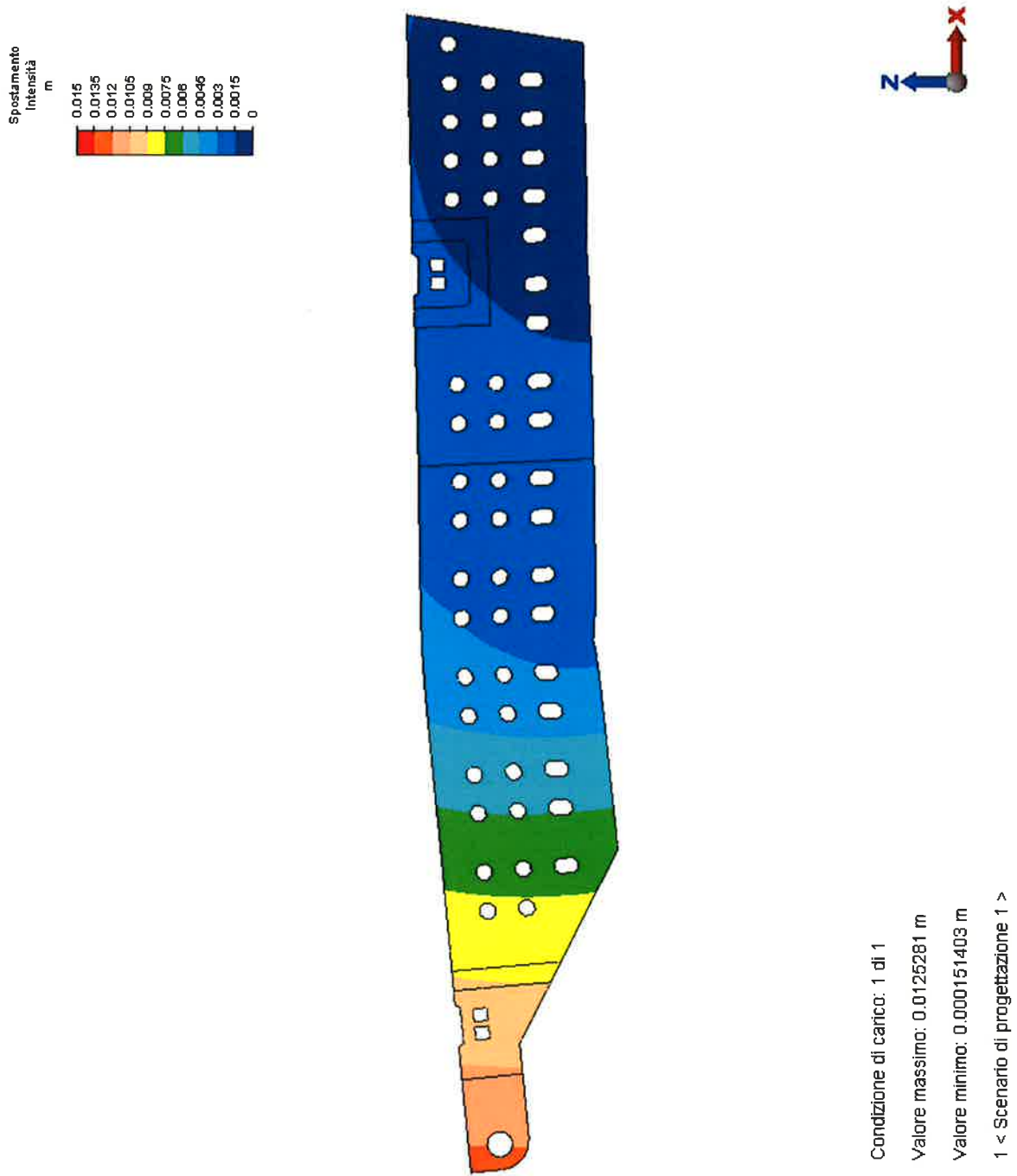



FIG. 7.6 - SPOSTAMENTI PARATIE LONGITUDINALI – CONDIZIONE S.2a



|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 94 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

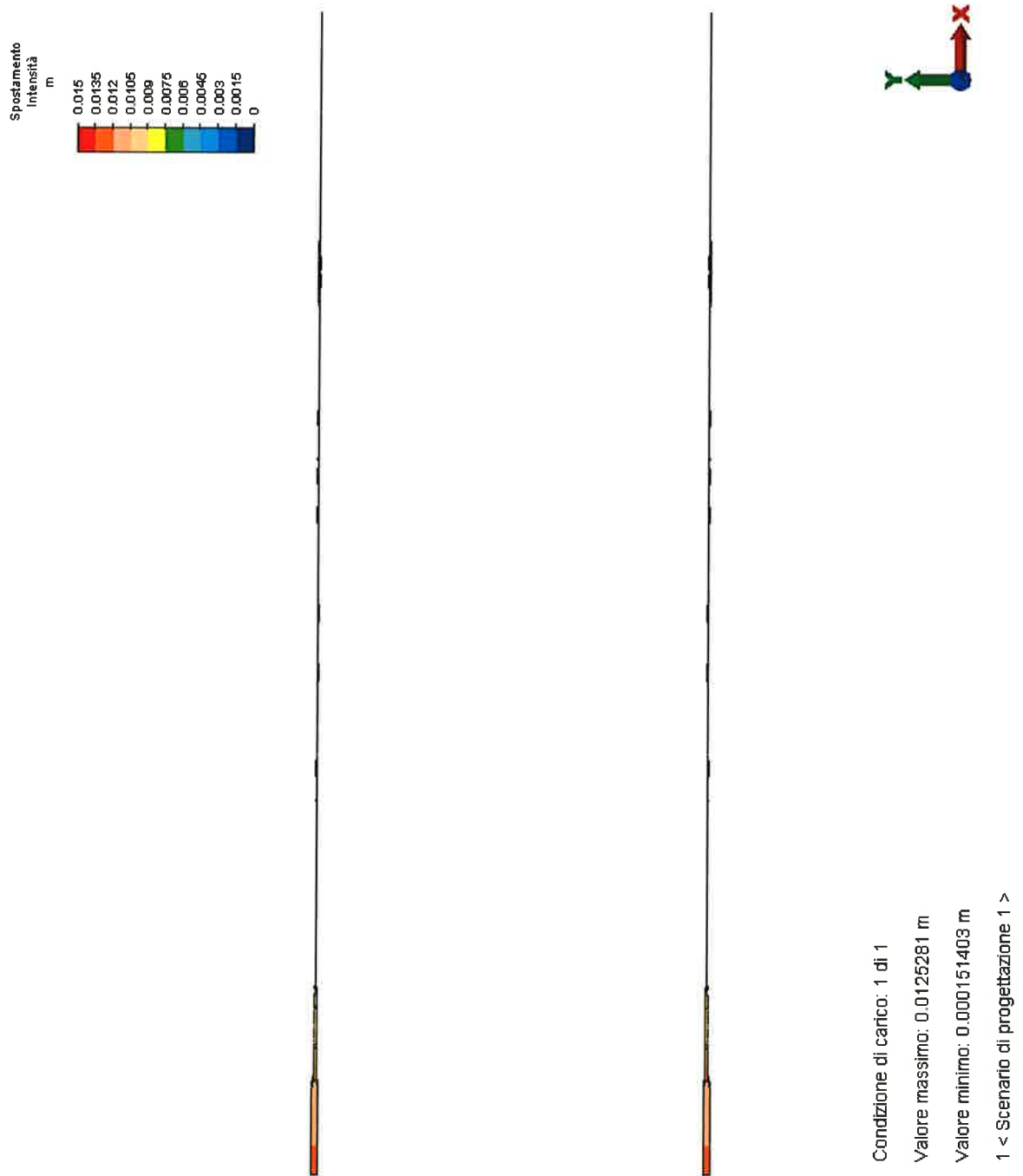



FIG. 7.7 - SPOSTAMENTI PARATIE LONGITUDINALI – CONDIZIONE S.2a

|   |         |                   |  |            |
|---|---------|-------------------|--|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 95 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

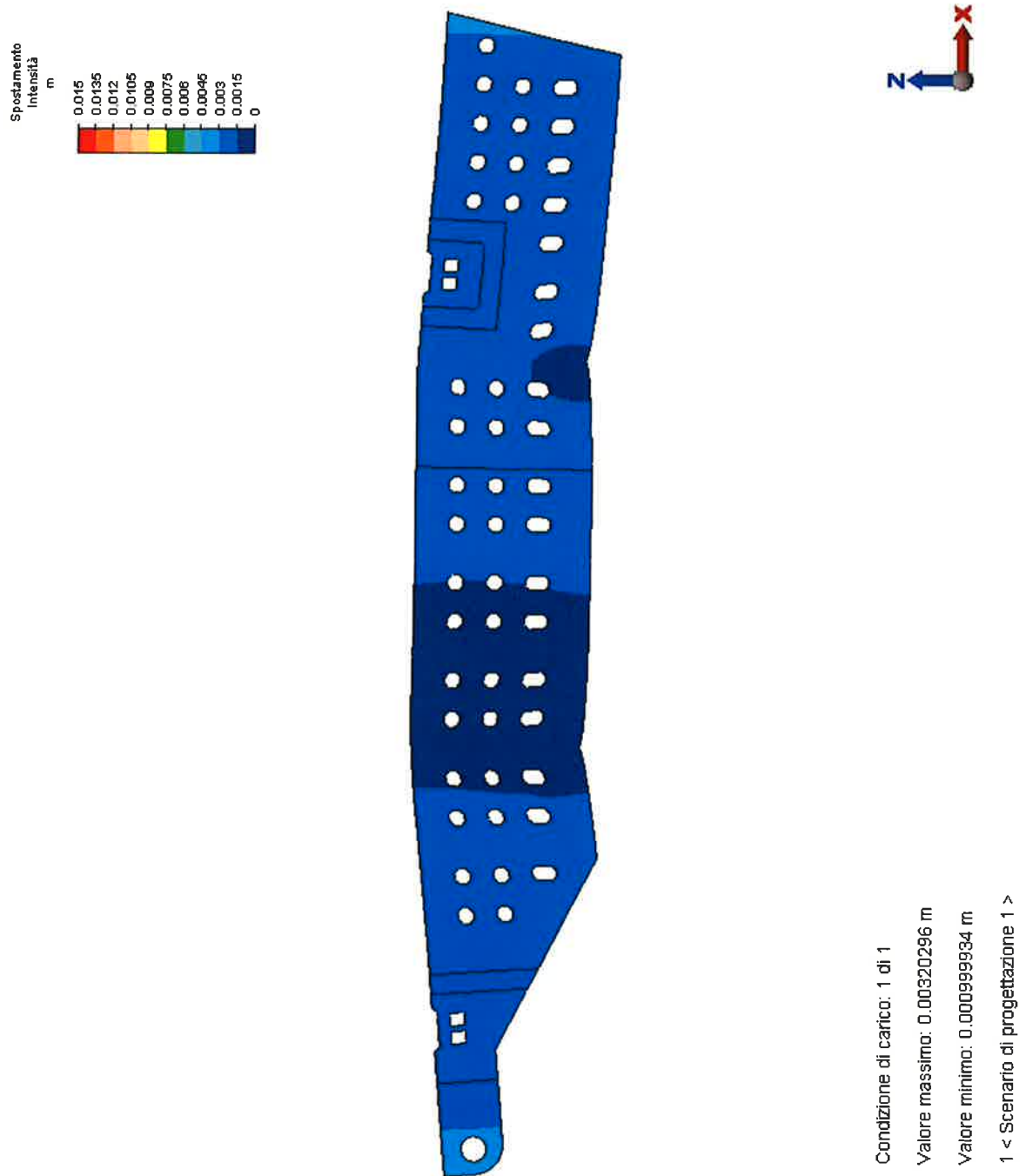



FIG. 7.8 - SPOSTAMENTI PARATIE LONGITUDINALI – CONDIZIONE S.3a

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 96 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

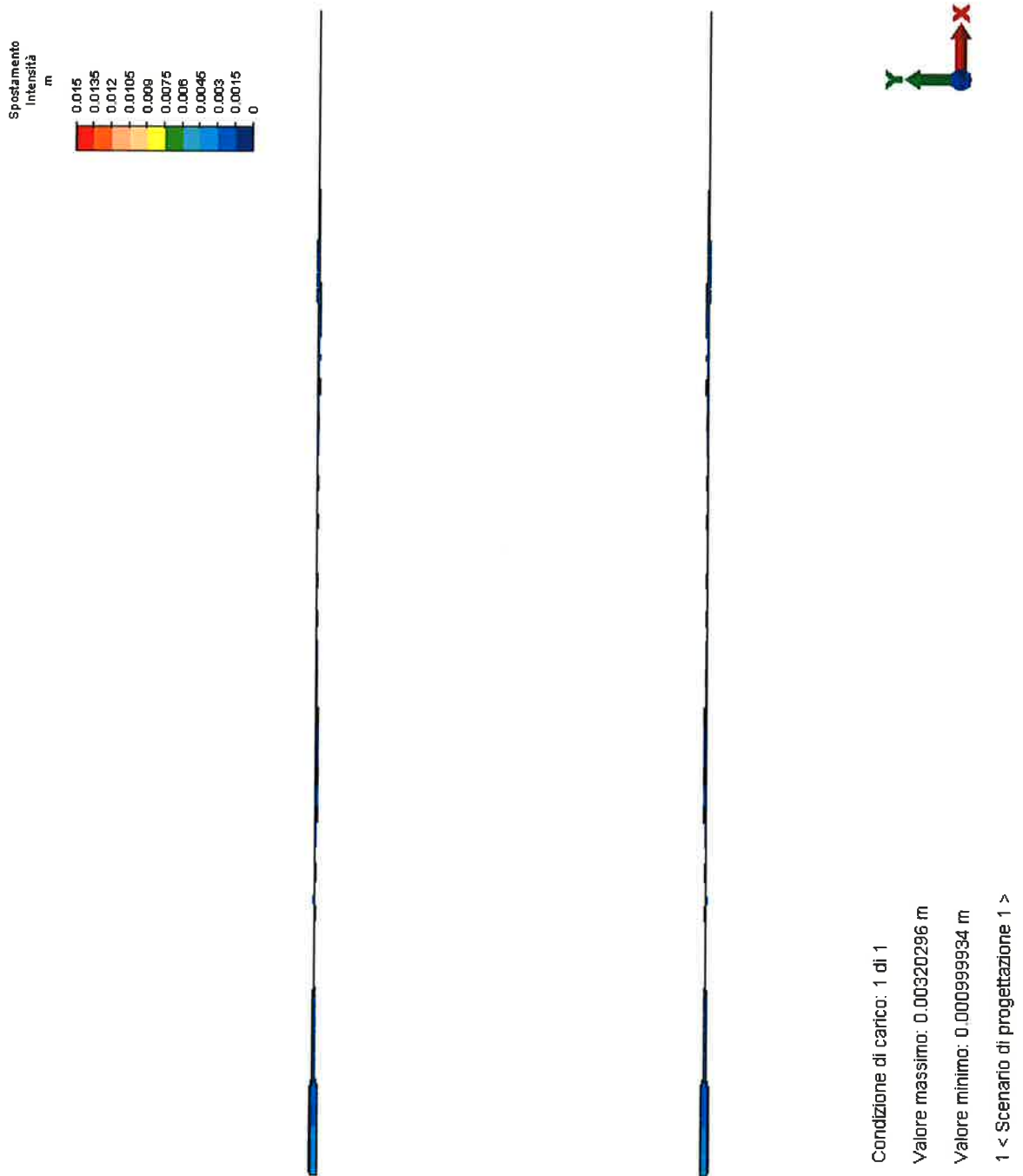



FIG. 7.9 - SPOSTAMENTI PARATIE LONGITUDINALI – CONDIZIONE S.3a

|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 97 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

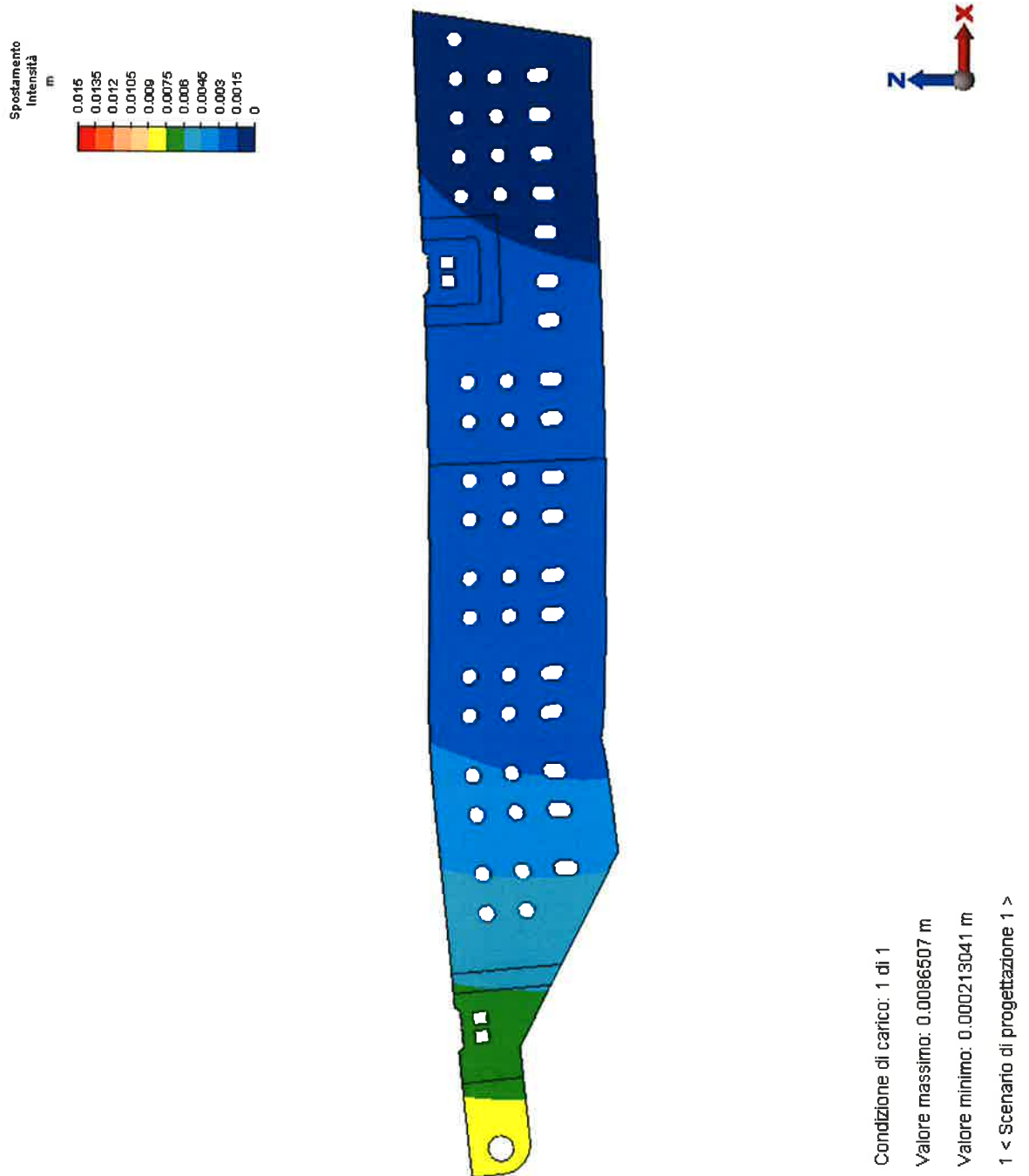


FIG. 7.10 - SPOSTAMENTI PARATIE LONGITUDINALI – CONDIZIONE S.5a

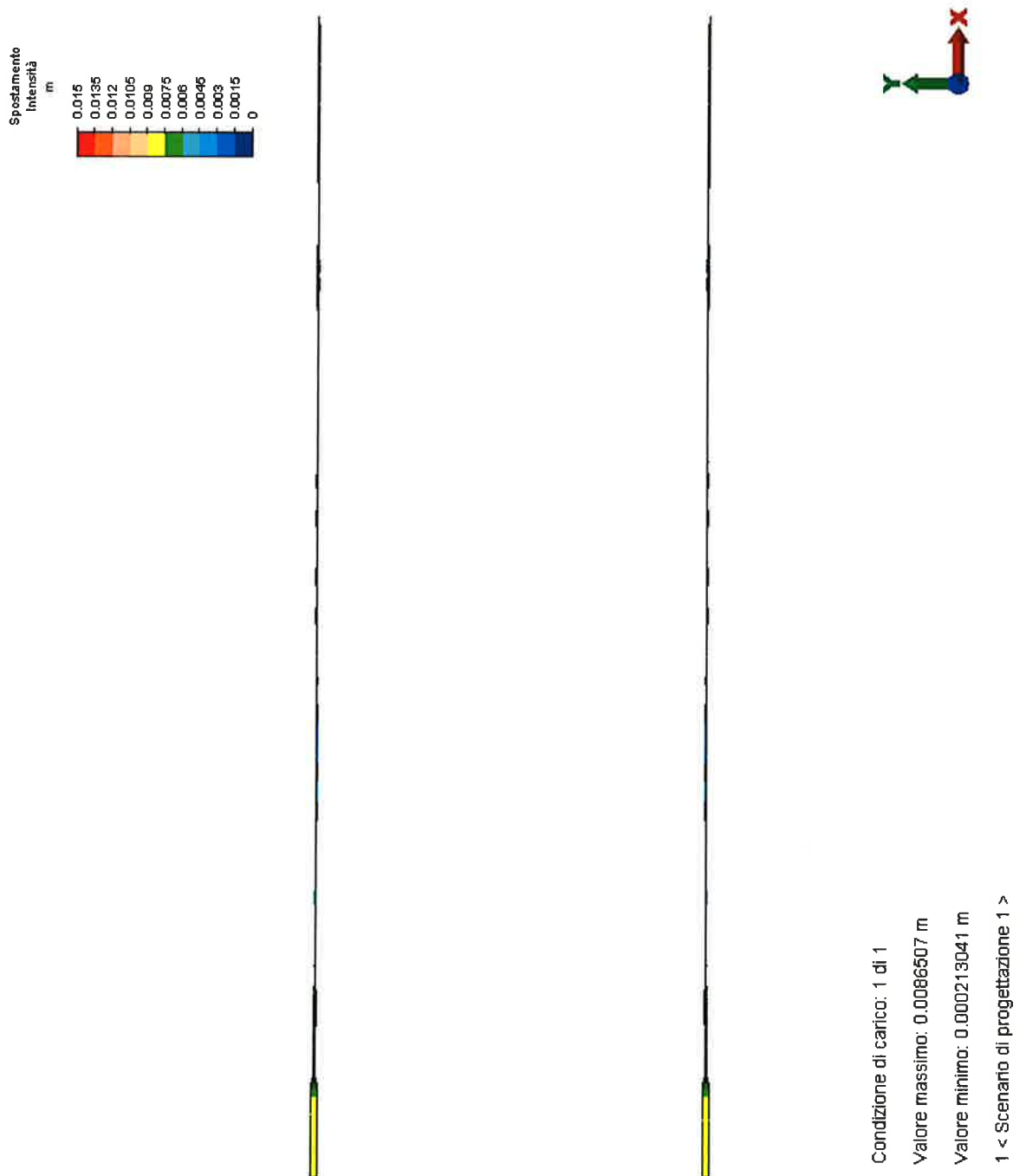



FIG. 7.11 - SPOSTAMENTI PARATIE LONGITUDINALI – CONDIZIONE S.5a



|   |         |                   |   |            |
|---|---------|-------------------|---|------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 99 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |            |

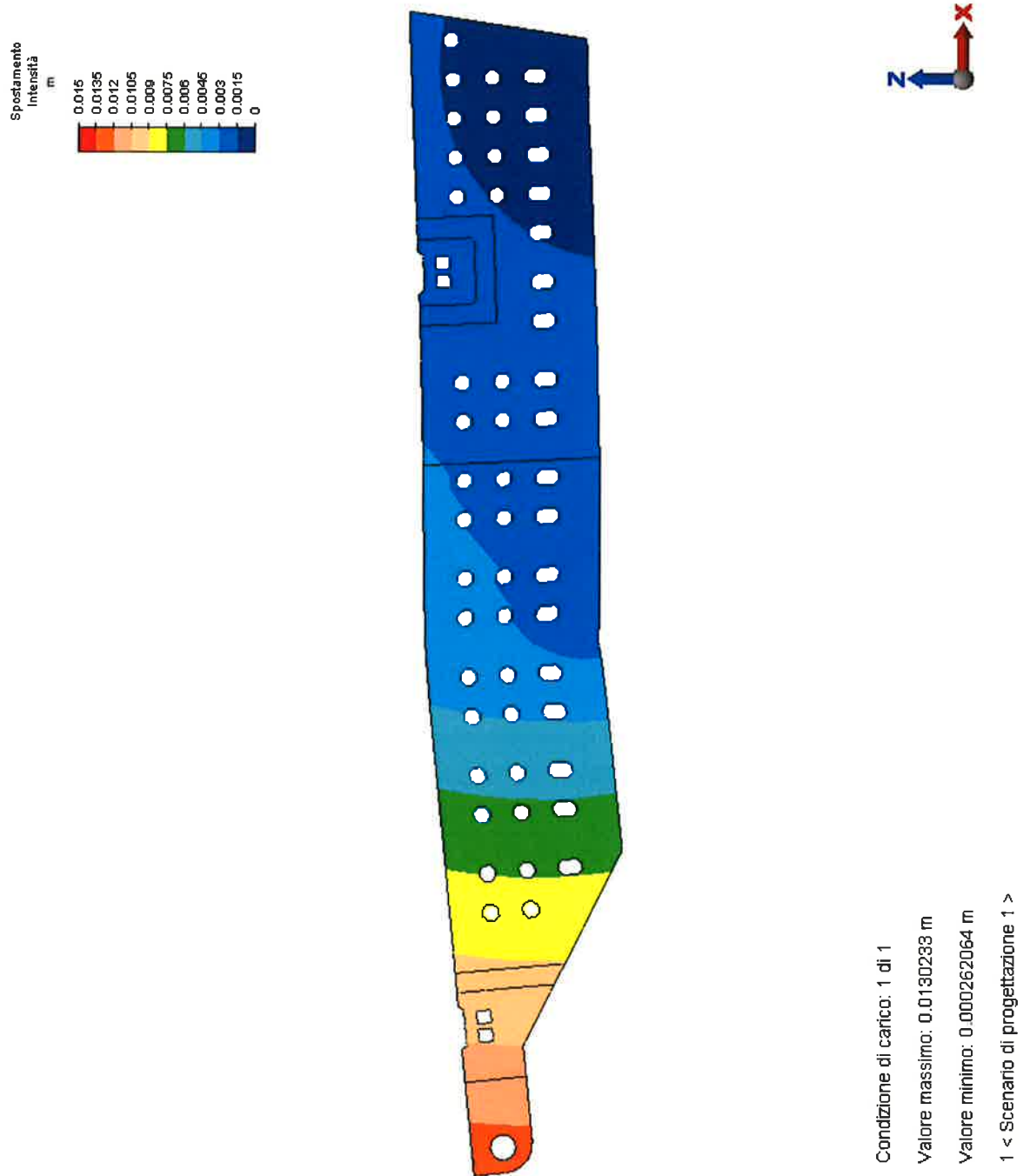


FIG. 7.12 - SPOSTAMENTI PARATIE LONGITUDINALI – CONDIZIONE S.6a

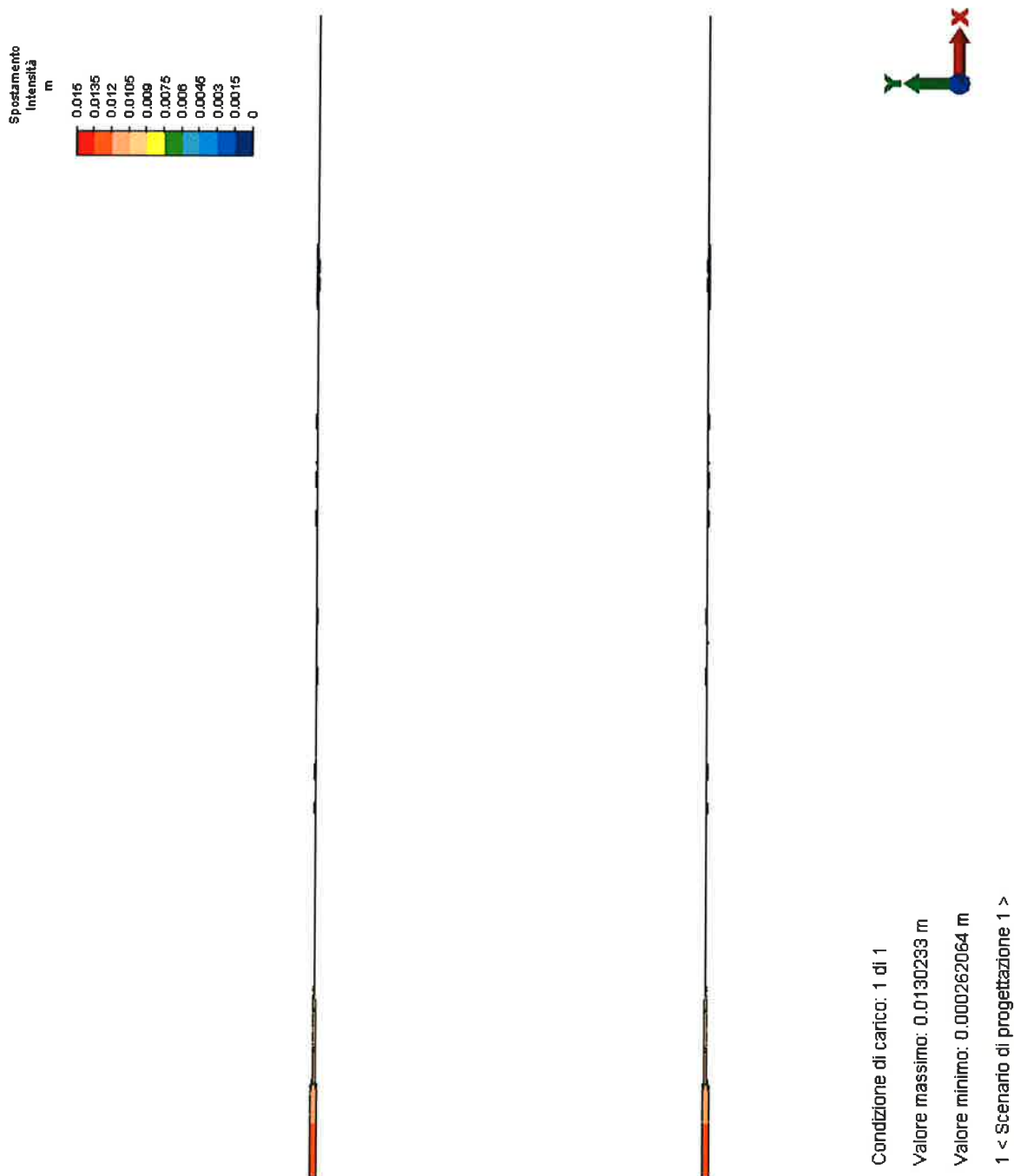
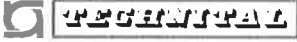


FIG. 7.13 - SPOSTAMENTI PARATIE LONGITUDINALI – CONDIZIONE S.6a

|   |         |                   |   |             |
|---|---------|-------------------|---|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 101 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APOGGIO A TERRA |             |

#### 7.4. Spostamenti e rotazioni perni

Nelle tabelle successive vengono riportati gli spostamenti e le rotazioni in corrispondenza dei centri degli snodi dei connettori per le condizioni esaminate.

Il sistema di riferimento per gli assi è una terna destrorsa, come rappresentata nella figura seguente.

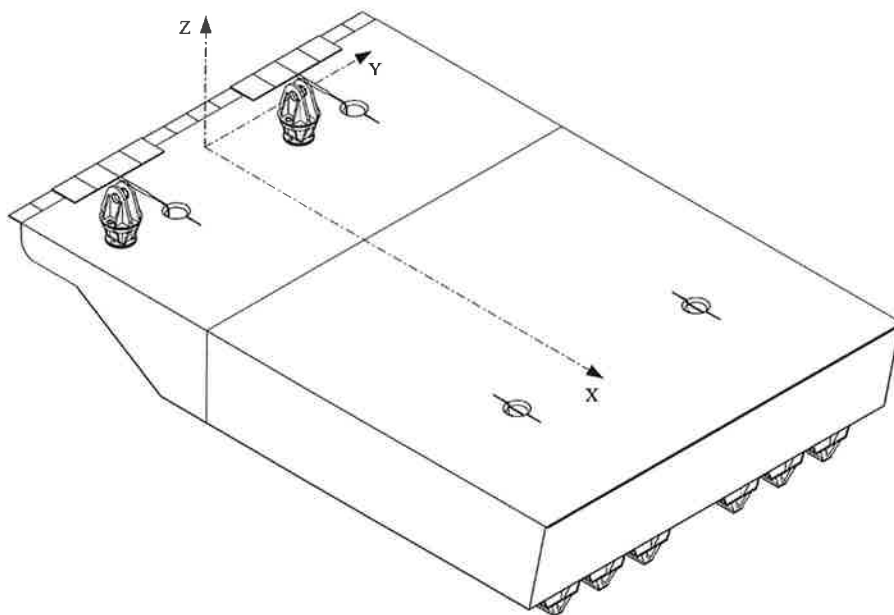
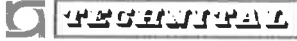


FIG. 7.14 – ASSI DI RIFERIMENTO


|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 102 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

| Combinazione      | Spostamenti (mm) centro snodo destro (Y<0) |        |         | Spostamenti (mm) centro snodo sinistro (Y>0) |        |         |
|-------------------|--|--------|---------|--|--------|---------|
|                   | X  | Y      | Z       | X  | Y      | Z       |
| Combinazione S.1a | -0,412                                     | -0,015 | -5,450  | -0,412                                       | 0,015  | -5,450  |
| Combinazione S.1b | -4,917                                     | -1,580 | -7,436  | -4,917                                       | 1,580  | -7,436  |
| Combinazione S.1c | 3,269                                      | 1,173  | -6,149  | 3,269  | -1,173 | -6,149  |
| Combinazione S.1d | -2,630                                     | 2,110  | -14,581 | -2,748                                       | 2,138  | -22,097 |
| Combinazione S.2a | -1,597                                     | -0,015 | -11,850 | -1,597                                       | 0,015  | -11,850 |
| Combinazione S.2b | -6,849                                     | -1,582 | -14,721 | -6,849                                       | 1,582  | -14,721 |
| Combinazione S.2c | 2,650                                      | 1,176  | -12,568 | 2,650  | -1,176 | -12,568 |
| Combinazione S.2d | -0,482                                     | 1,351  | -6,307  | -0,480                                       | 1,380  | -9,292  |
| Combinazione S.3a | -0,074                                     | -0,006 | -3,084  | -0,074                                       | 0,006  | -3,084  |
| Combinazione S.3b | -4,580                                     | -1,570 | -5,070  | -4,580                                       | 1,570  | -5,070  |
| Combinazione S.3c | 3,607                                      | 1,182  | -3,783  | 3,607  | -1,182 | -3,783  |
| Combinazione S.4a | -0,267                                     | 0,042  | -3,861  | -0,324                                       | 0,063  | -4,645  |
| Combinazione S.4b | -0,517                                     | -0,015 | -5,421  | -0,517                                       | 0,015  | -5,421  |
| Combinazione S.5a | -1,228                                     | -0,024 | -8,111  | -1,228                                       | 0,024  | -8,111  |
| Combinazione S.6a | -1,776                                     | -0,017 | -12,310 | -1,776                                       | 0,017  | -12,310 |

TAB. 7.21 – SPOSTAMENTO DEI CENTRI DEGLI SNODI DEI CONNETTORI

| Combinazione      | Rotazioni (gradi) centro snodo destro (Y<0)<br>attorno a |          |         | Rotazioni (gradi) centro snodo sinistro (Y>0)<br>attorno a |          |          |
|-------------------|--|----------|---------|--|----------|----------|
|                   | X  | Y        | Z       | X  | Y        | Z        |
| Combinazione S.1a | -0,00138   | -0,02204 | 0,00063 | 0,00138  | -0,02204 | -0,00063 |
| Combinazione S.1b | 0,00604  | -0,05333 | 0,00074 | -0,00604   | -0,05333 | -0,00074 |
| Combinazione S.1c | -0,00152   | -0,01898 | 0,00065 | 0,00152  | -0,01898 | -0,00065 |
| Combinazione S.1d | -0,03801   | -0,06022 | 0,00146 | -0,03526   | -0,05707 | 0,00021  |
| Combinazione S.2a | -0,00163   | -0,04232 | 0,00062 | 0,00163  | -0,04232 | -0,00062 |
| Combinazione S.2b | 0,00571  | -0,07610 | 0,00073 | -0,00571   | -0,07610 | -0,00073 |
| Combinazione S.2c | -0,00167   | -0,03994 | 0,00064 | 0,00167  | -0,03994 | -0,00064 |
| Combinazione S.2d | -0,02103   | -0,02289 | 0,00065 | -0,01777   | -0,02518 | -0,00059 |
| Combinazione S.3a | -0,00091   | -0,00928 | 0,00027 | 0,00091  | -0,00928 | -0,00027 |
| Combinazione S.3b | 0,00652  | -0,04057 | 0,00038 | -0,00652   | -0,04057 | -0,00038 |
| Combinazione S.3c | -0,00104   | -0,00622 | 0,00029 | 0,00104  | -0,00622 | -0,00029 |
| Combinazione S.4a | -0,00297   | -0,01261 | 0,00088 | -0,00082   | -0,01955 | -0,00001 |
| Combinazione S.4b | -0,00123   | -0,02288 | 0,00062 | 0,00123  | -0,02288 | -0,00062 |
| Combinazione S.5a | -0,00044   | -0,03264 | 0,00065 | 0,00044  | -0,03264 | -0,00065 |
| Combinazione S.6a | -0,00140   | -0,04314 | 0,00062 | 0,00140  | -0,04314 | -0,00062 |

TAB. 7.22 – ROTAZIONE DEI CENTRI DEGLI SNODI DEI CONNETTORI

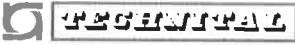
|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 103 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

## 7.5. Conclusioni

Le condizioni operative analizzate hanno evidenziato che in generale le sollecitazioni alle quali è soggetta la paratoia sono molto inferiori rispetto ai valori ammissibili.

Solo una zona localizzata (in tre condizioni ) presenta valori di sollecitazione poco superiori ai valori consentiti, ma, per l'estensione, per l'intensità e per la peculiarità delle condizioni di carico relative, i risultati sono stati considerati accettabili (ref. paragrafo 7.1.1).

Si raccomanda di adottare lo schema di appoggio principale per le operazioni di lunga durata e per la paratoia completamente allestita e incrostata, in modo da assicurare la miglior distribuzione dei carichi sugli appoggi, le minori sollecitazioni locali nella struttura (sempre non superiori alle ammissibili anche nel caso di perdita di un appoggio) e le minori deformazioni nelle fasi di allestimento.

|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 104 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

## 8. IMMAGINI DEI RISULTATI

### 8.1. Indice dei risultati

Di seguito si riportano i risultati in dettaglio relativi alle tensioni e alle deformazioni.

Le figure per le quali è indicata la dicitura trave riportano la sollecitazione combinata di carico normale e momenti flettenti per i componenti trave dell'elemento.

#### Paratoia allestita incrostata - Schema principale – Condizioni S.1

##### Condizione S.1a

|   |     |
|---|-----|
| Fig. 8.1 – Tensione equivalente di Von Mises e deformata – Fasciame superiore | 108 |
| Fig. 8.2 – Tensione equivalente di Von Mises – Fasciame inferiore             | 109 |
| Fig. 8.3 – Tensione equivalente di Von Mises - Irrigidimenti                  | 110 |
| Fig. 8.4 – Taglio z-x   | 111 |
| Fig. 8.5 – Taglio y-z   | 112 |
| Fig. 8.6 – Elementi trave   | 113 |

##### Condizione S.1b

|   |     |
|---|-----|
| Fig. 8.7 – Tensione equivalente di Von Mises e deformata – Fasciame superiore | 114 |
| Fig. 8.8 – Tensione equivalente di Von Mises – Fasciame inferiore             | 115 |
| Fig. 8.9 – Tensione equivalente di Von Mises - Irrigidimenti                  | 116 |
| Fig. 8.10 – Taglio z-x  | 117 |
| Fig. 8.11 – Taglio y-z  | 118 |
| Fig. 8.12 – Elementi trave  | 119 |

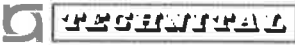
##### Condizione S.1c

|  |     |
|--|-----|
| Fig. 8.13 – Tensione equivalente di Von Mises e deformata – Fasciame superiore | 120 |
| Fig. 8.14 – Tensione equivalente di Von Mises – Fasciame inferiore             | 121 |
| Fig. 8.15 – Tensione equivalente di Von Mises - Irrigidimenti                  | 122 |
| Fig. 8.16 – Taglio z-x   | 123 |
| Fig. 8.17 – Taglio y-z   | 124 |
| Fig. 8.18 – Elementi trave   | 125 |

##### Condizione S.1d

|  |     |
|--|-----|
| Fig. 8.19 – Tensione equivalente di Von Mises e deformata - – Fasciame superiore | 126 |
|--|-----|



|   |         |                   |   |             |
|---|---------|-------------------|---|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 105 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

|  |     |
|--|-----|
| Fig. 8.20 – Tensione equivalente di Von Mises – Fasciame inferiore | 127 |
| Fig. 8.21 – Tensione equivalente di Von Mises - Irrigidimenti      | 128 |
| Fig. 8.22 – Taglio z-x   | 129 |
| Fig. 8.23 – Taglio y-z   | 130 |
| Fig. 8.24 – Elementi trave   | 131 |

Paratoia allestita incrostata - Schema secondario – Condizioni S.2

Condizione S.2a

|  |     |
|--|-----|
| Fig. 8.25 – Tensione equivalente di Von Mises e deformata – Fasciame superiore | 132 |
| Fig. 8.26 – Tensione equivalente di Von Mises – Fasciame inferiore             | 133 |
| Fig. 8.27 – Tensione equivalente di Von Mises - Irrigidimenti                  | 134 |
| Fig. 8.28 – Taglio z-x   | 135 |
| Fig. 8.29 – Taglio y-z   | 136 |
| Fig. 8.30 – Elementi trave   | 137 |

Condizione S.2b


|  |     |
|--|-----|
| Fig. 8.31 – Tensione equivalente di Von Mises e deformata – Fasciame superiore | 138 |
| Fig. 8.32 – Tensione equivalente di Von Mises – Fasciame inferiore             | 139 |
| Fig. 8.33 – Tensione equivalente di Von Mises - Irrigidimenti                  | 140 |
| Fig. 8.34 – Taglio z-x   | 141 |
| Fig. 8.35 – Taglio y-z   | 142 |
| Fig. 8.36 – Elementi trave   | 143 |

Condizione S.2c

|  |     |
|--|-----|
| Fig. 8.37 – Tensione equivalente di Von Mises e deformata – Fasciame superiore | 144 |
| Fig. 8.38 – Tensione equivalente di Von Mises – Fasciame inferiore             | 145 |
| Fig. 8.39 – Tensione equivalente di Von Mises - Irrigidimenti                  | 146 |
| Fig. 8.40 – Taglio z-x   | 147 |
| Fig. 8.41 – Taglio y-z   | 148 |
| Fig. 8.42 – Elementi trave   | 149 |

Condizione S.2d

|  |     |
|--|-----|
| Fig. 8.43 – Tensione equivalente di Von Mises e deformata – Fasciame superiore | 150 |
| Fig. 8.44 – Tensione equivalente di Von Mises – Fasciame inferiore             | 151 |
| Fig. 8.45 – Tensione equivalente di Von Mises - Irrigidimenti                  | 152 |

|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 106 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| Fig. 8.46 – Taglio z-x     | 153 |
| Fig. 8.47 – Taglio y-z     | 154 |
| Fig. 8.48 – Elementi trave | 155 |

Paratoia allestita pulita senza connettori e senza supporti elastici - Schema principale – Condizioni S.3

Condizione S.3a

|  |     |
|--|-----|
| Fig. 8.49 – Tensione equivalente di Von Mises e deformata – Fasciame superiore | 156 |
| Fig. 8.50 – Tensione equivalente di Von Mises – Fasciame inferiore             | 157 |
| Fig. 8.51 – Tensione equivalente di Von Mises - Irrigidimenti                  | 158 |
| Fig. 8.52 – Taglio z-x   | 159 |
| Fig. 8.53 – Taglio y-z   | 160 |
| Fig. 8.54 – Elementi trave   | 161 |

Condizione S.3b

|  |     |
|--|-----|
| Fig. 8.55 – Tensione equivalente di Von Mises e deformata – Fasciame superiore | 162 |
| Fig. 8.56 – Tensione equivalente di Von Mises – Fasciame inferiore             | 163 |
| Fig. 8.57 – Tensione equivalente di Von Mises – Irrigidimenti                  | 164 |
| Fig. 8.58 – Taglio z-x   | 165 |
| Fig. 8.59 – Taglio y-z   | 166 |
| Fig. 8.60 – Elementi trave   | 167 |

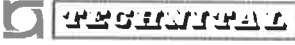
Condizione S.3c

|  |     |
|--|-----|
| Fig. 8.61 – Tensione equivalente di Von Mises e deformata – Fasciame superiore | 168 |
| Fig. 8.62 – Tensione equivalente di Von Mises – Fasciame inferiore             | 169 |
| Fig. 8.63 – Tensione equivalente di Von Mises - Irrigidimenti                  | 170 |
| Fig. 8.64 – Taglio z-x   | 171 |
| Fig. 8.65 – Taglio y-z   | 172 |
| Fig. 8.66 – Elementi trave   | 173 |

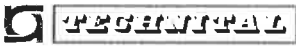
Paratoia allestita pulita senza supporti elastici - Schema principale – Montaggio connettori - Condizioni S.4

Condizione S.4a

|  |     |
|--|-----|
| Fig. 8.67 – Tensione equivalente di Von Mises e deformata – Fasciame superiore | 174 |
| Fig. 8.68 – Tensione equivalente di Von Mises – Fasciame inferiore             | 175 |

|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 107 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

|  |     |
|--|-----|
| Fig. 8.69 – Tensione equivalente di Von Mises - Irrigidimenti                        | 176 |
| Fig. 8.70 – Taglio z-x   | 177 |
| Fig. 8.71 – Taglio y-z   | 178 |
| Fig. 8.72 – Elementi trave   | 179 |
| <u>Condizione S.4b</u>   |     |
| Fig. 8.73 – Tensione equivalente di Von Mises e deformata – Fasciame superiore       | 180 |
| Fig. 8.74 – Tensione equivalente di Von Mises – Fasciame inferiore                   | 181 |
| Fig. 8.75 – Tensione equivalente di Von Mises - Irrigidimenti                        | 182 |
| Fig. 8.76 – Taglio z-x   | 183 |
| Fig. 8.77 – Taglio y-z   | 184 |
| Fig. 8.78 – Elementi trave   | 185 |
| <u>Paratoia allestita incrostata - Schema aggiuntivo principale – Condizione S.5</u> |     |
| <u>Condizione S.5a</u>   |     |
| Fig. 8.79 – Tensione equivalente di Von Mises e deformata – Fasciame superiore       | 186 |
| Fig. 8.80 – Tensione equivalente di Von Mises – Fasciame inferiore                   | 187 |
| Fig. 8.81 – Tensione equivalente di Von Mises - Irrigidimenti                        | 188 |
| Fig. 8.82 – Taglio z-x   | 189 |
| Fig. 8.83 – Taglio y-z   | 190 |
| Fig. 8.84 – Elementi trave   | 191 |
| <u>Paratoia allestita incrostata - Schema aggiuntivo principale – Condizione S.6</u> |     |
| <u>Condizione S.6a</u>   |     |
| Fig. 8.85 – Tensione equivalente di Von Mises e deformata – Fasciame superiore       | 192 |
| Fig. 8.86 – Tensione equivalente di Von Mises – Fasciame inferiore                   | 193 |
| Fig. 8.87 – Tensione equivalente di Von Mises - Irrigidimenti                        | 194 |
| Fig. 8.88 – Taglio z-x   | 195 |
| Fig. 8.89 – Taglio y-z   | 196 |
| Fig. 8.90 – Elementi trave   | 197 |

|   |         |                   |   |             |
|---|---------|-------------------|---|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 108 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

## 8.2. Paratoia allestita incrostata - Schema principale – Condizioni S.1

### 8.2.1. Condizione S.1a

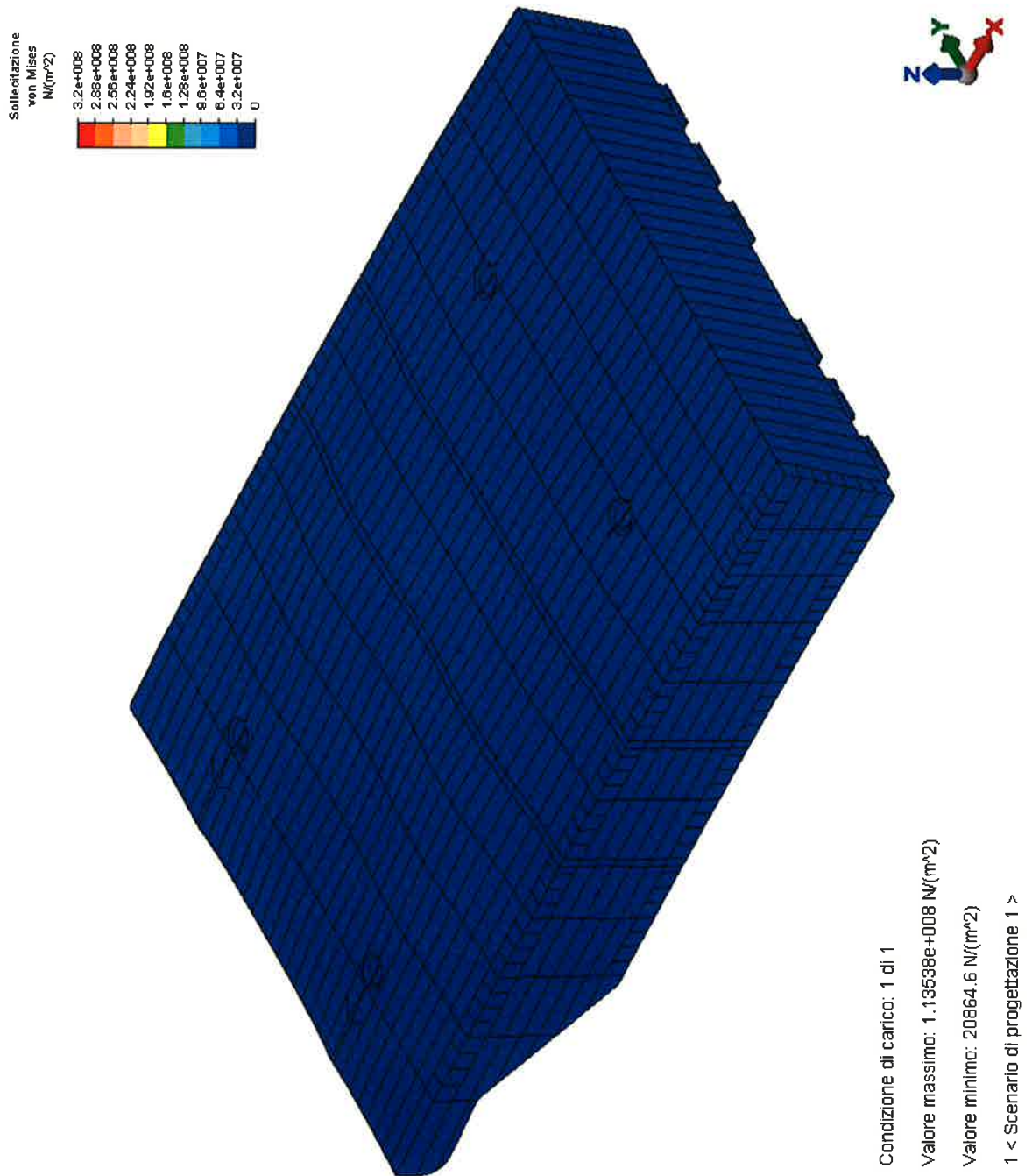



FIG. 8.1 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA – FASCIAME SUPERIORE

|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 109 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

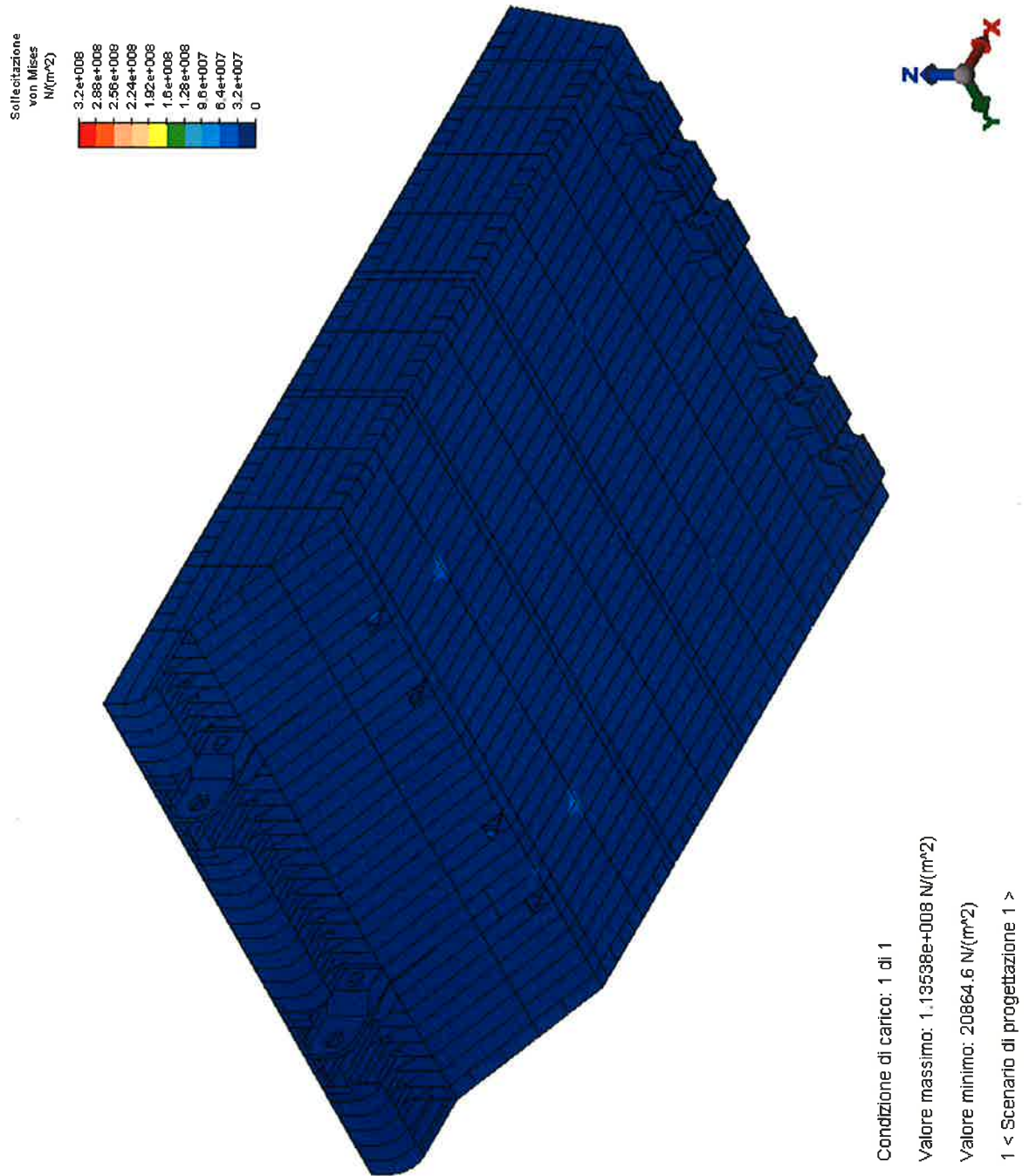


FIG. 8.2 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES – FASCIAME INFERIORE



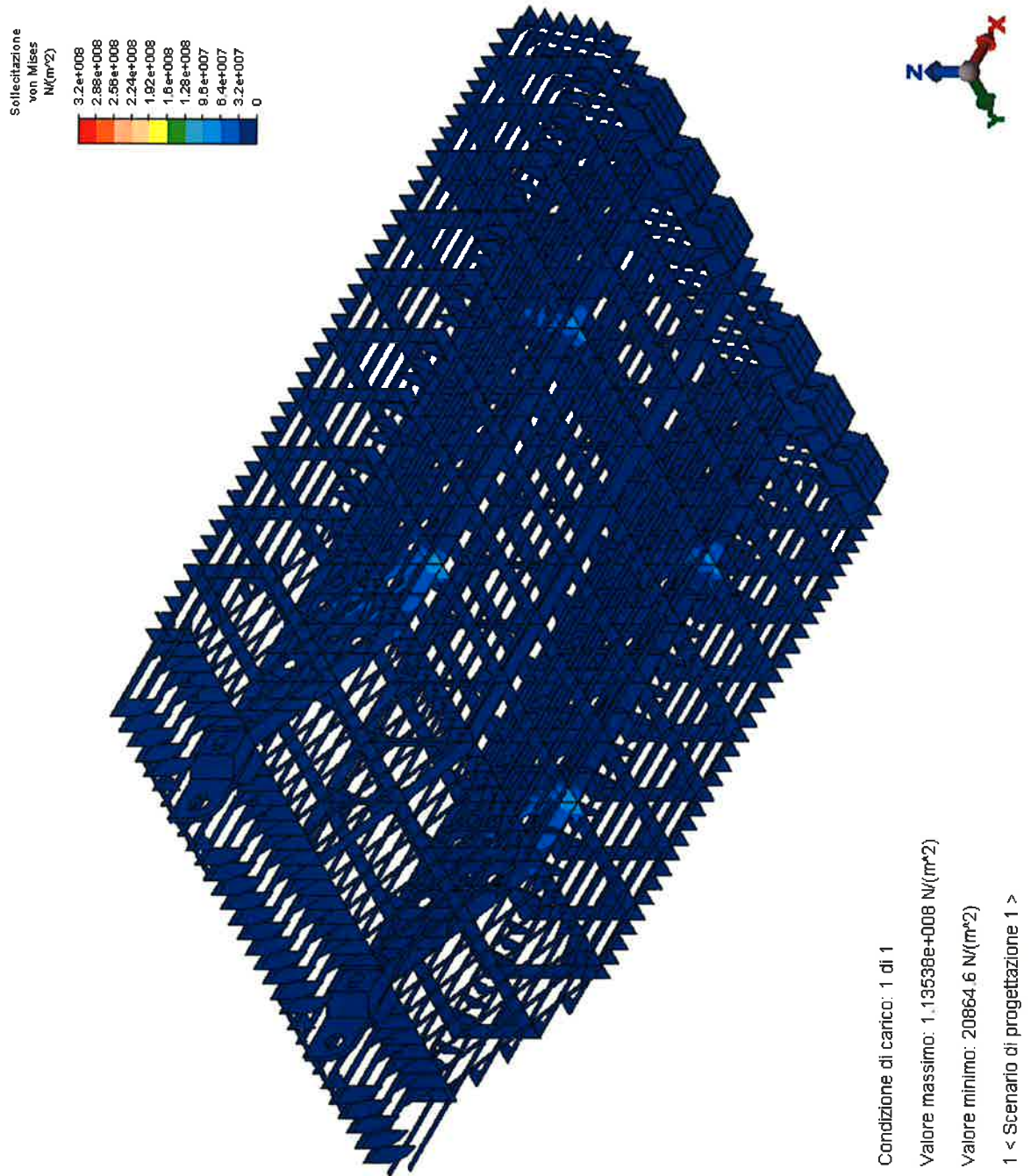


FIG. 8.3 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES - IRRIGIDIMENTI



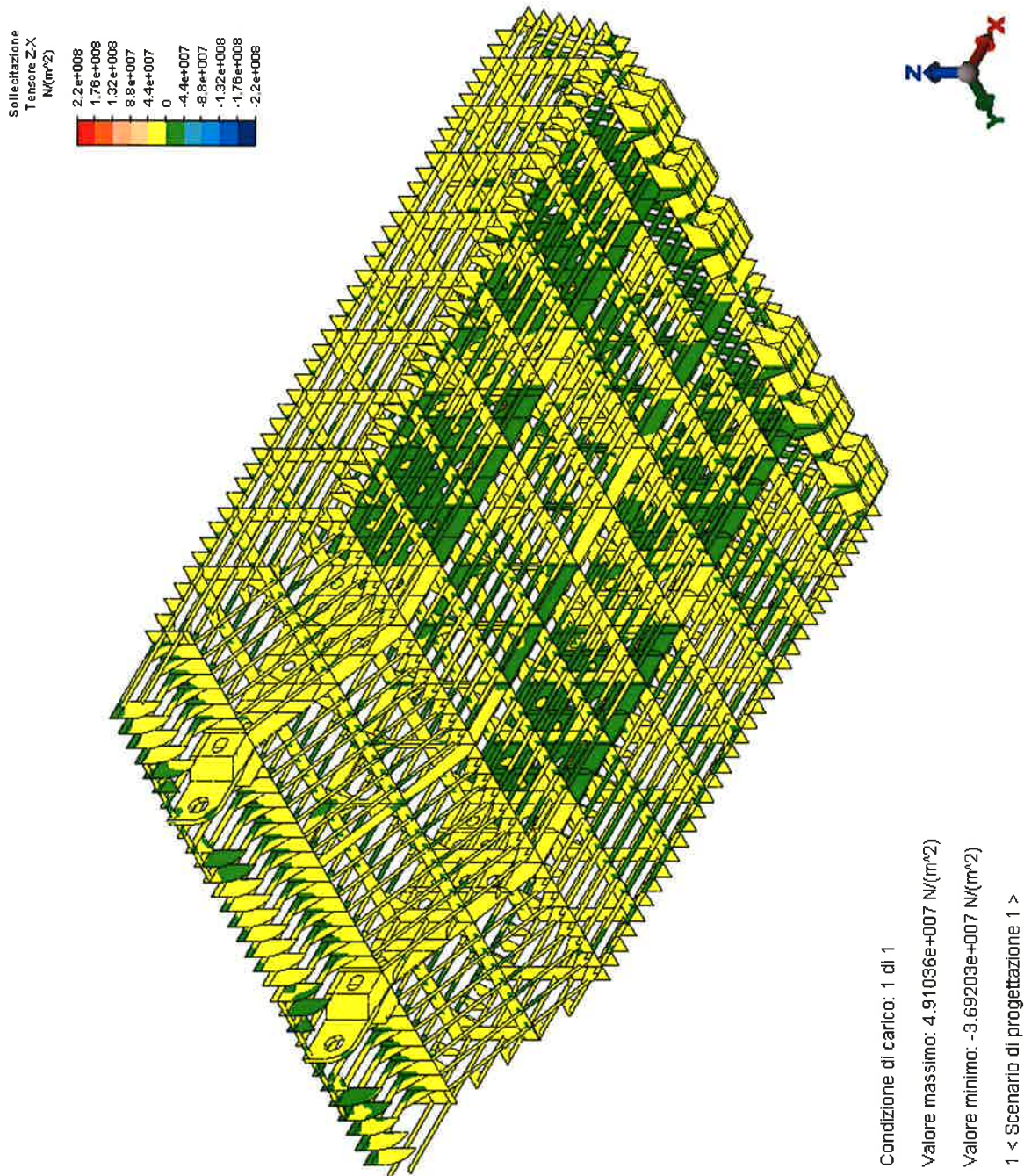


FIG. 8.4 – TAGLIO Z-X

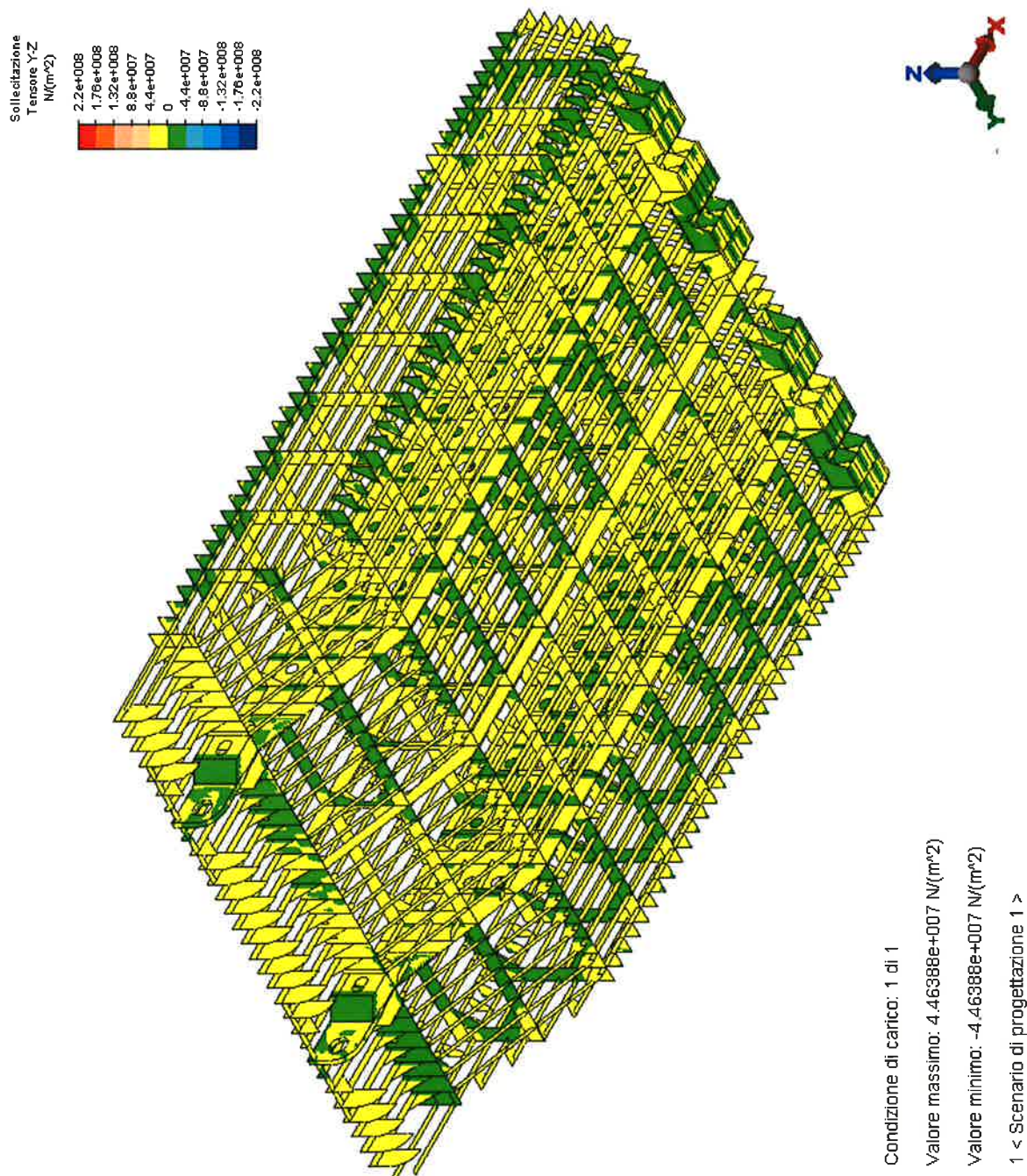


FIG. 8.5 – TAGLIO Y-Z



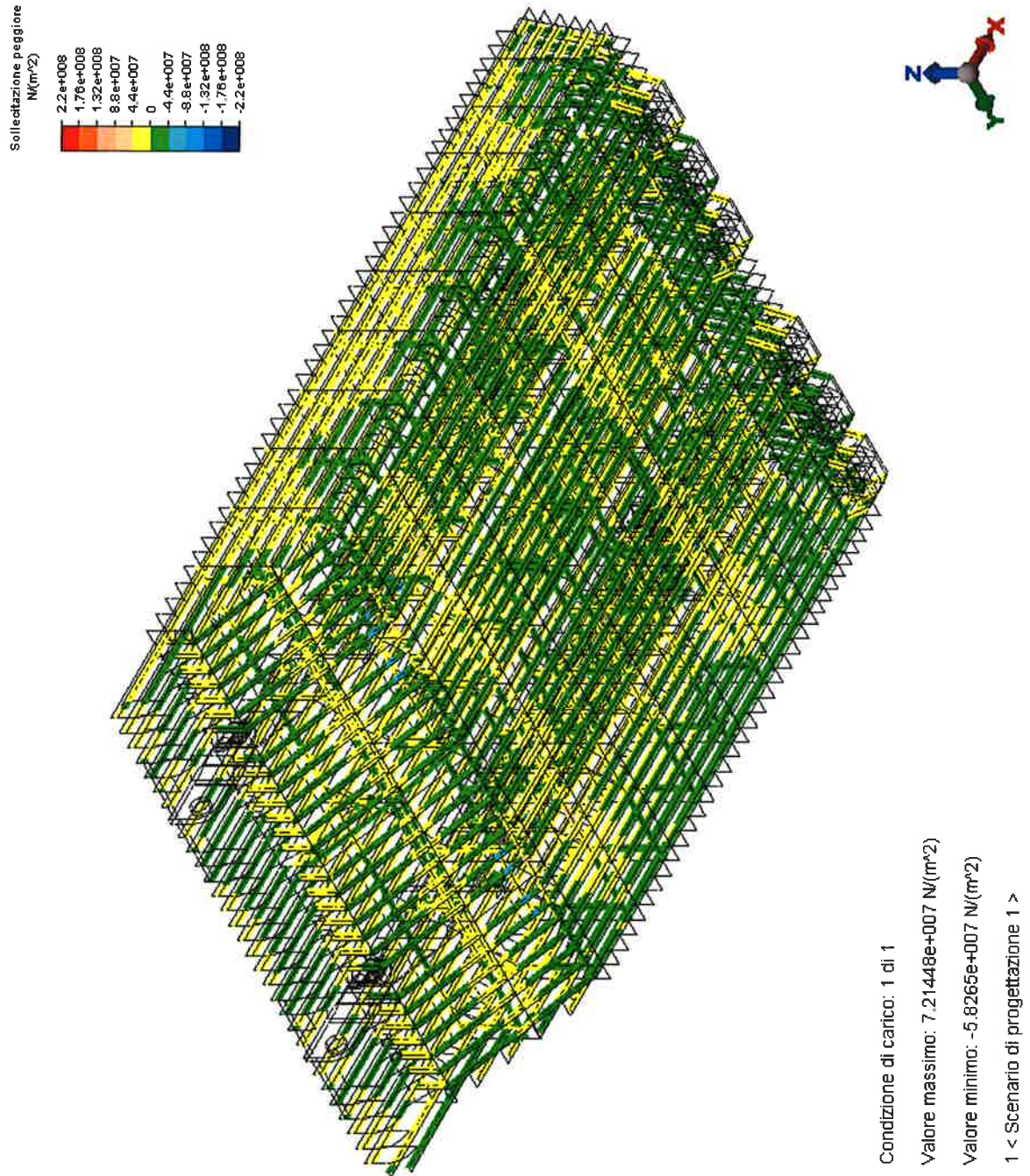
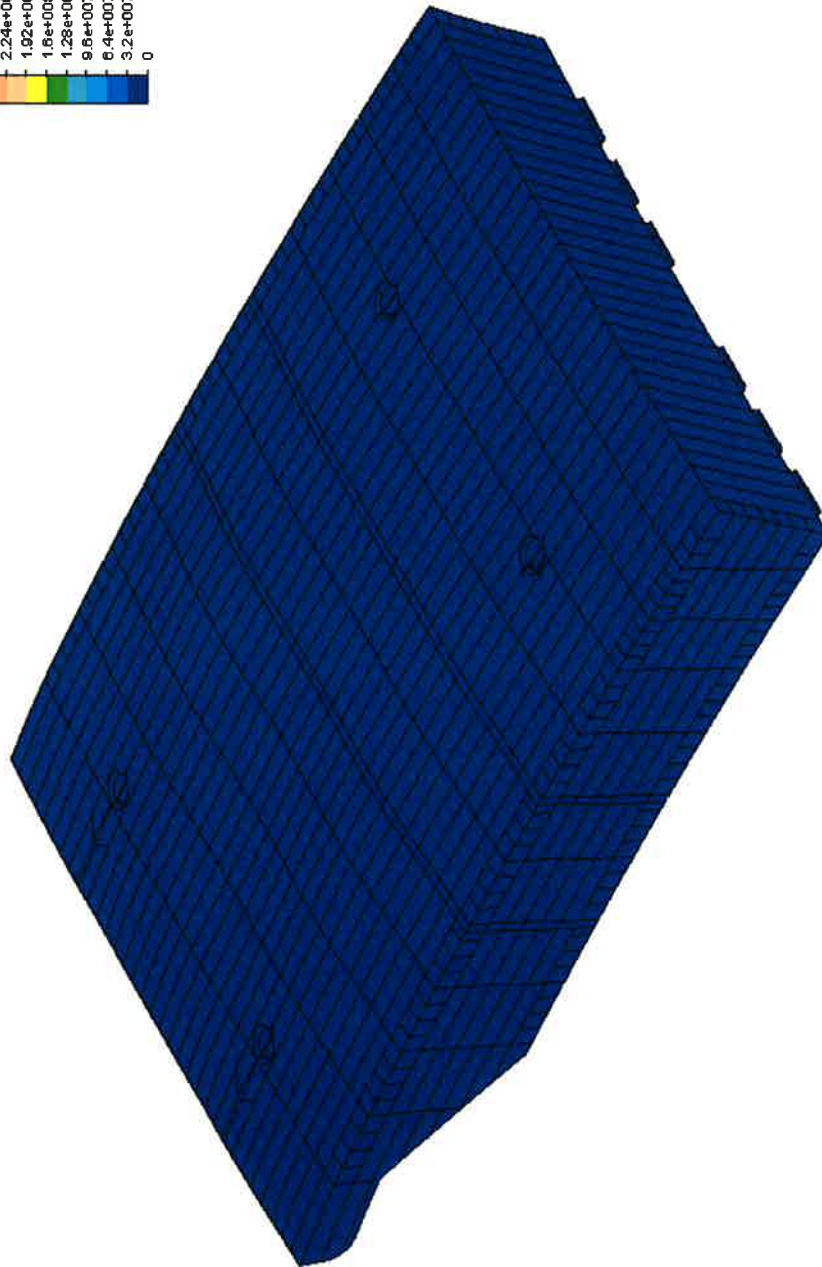


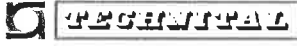
FIG. 8.6 – ELEMENTI TRAVE

### 8.2.2. Condizione S.1b



Condizione di carico: 1 di 1  
 Valore massimo: 1.21251e+008  $N/(m^2)$   
 Valore minimo: 27090.4  $N/(m^2)$   
 1 < Scenario di progettazione 1 >

FIG. 8.7 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA – FASCIAME SUPERIORE

|   |         |                   |   |             |
|---|---------|-------------------|---|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 115 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

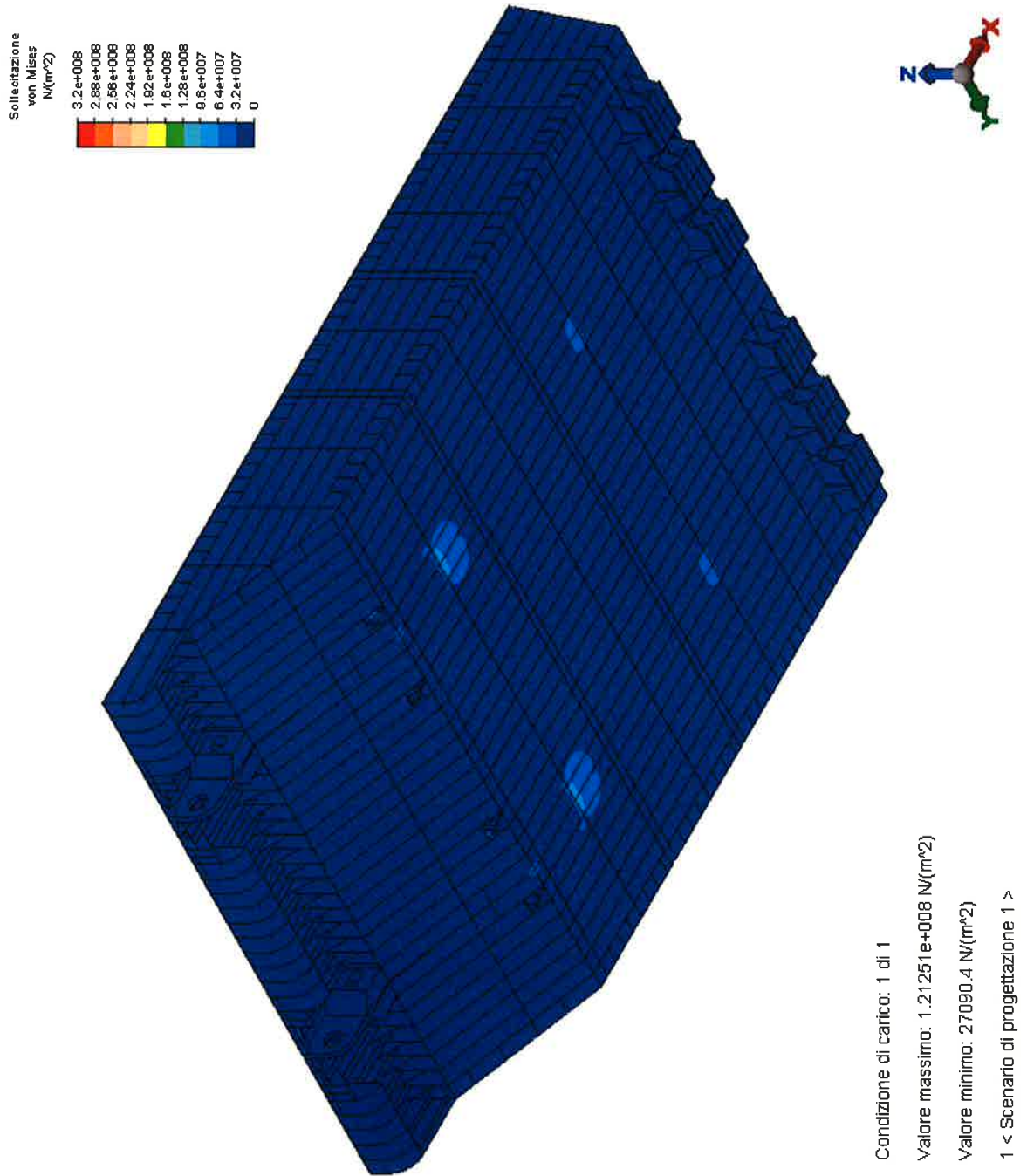


FIG. 8.8 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES – FASCIAME INFERIORE



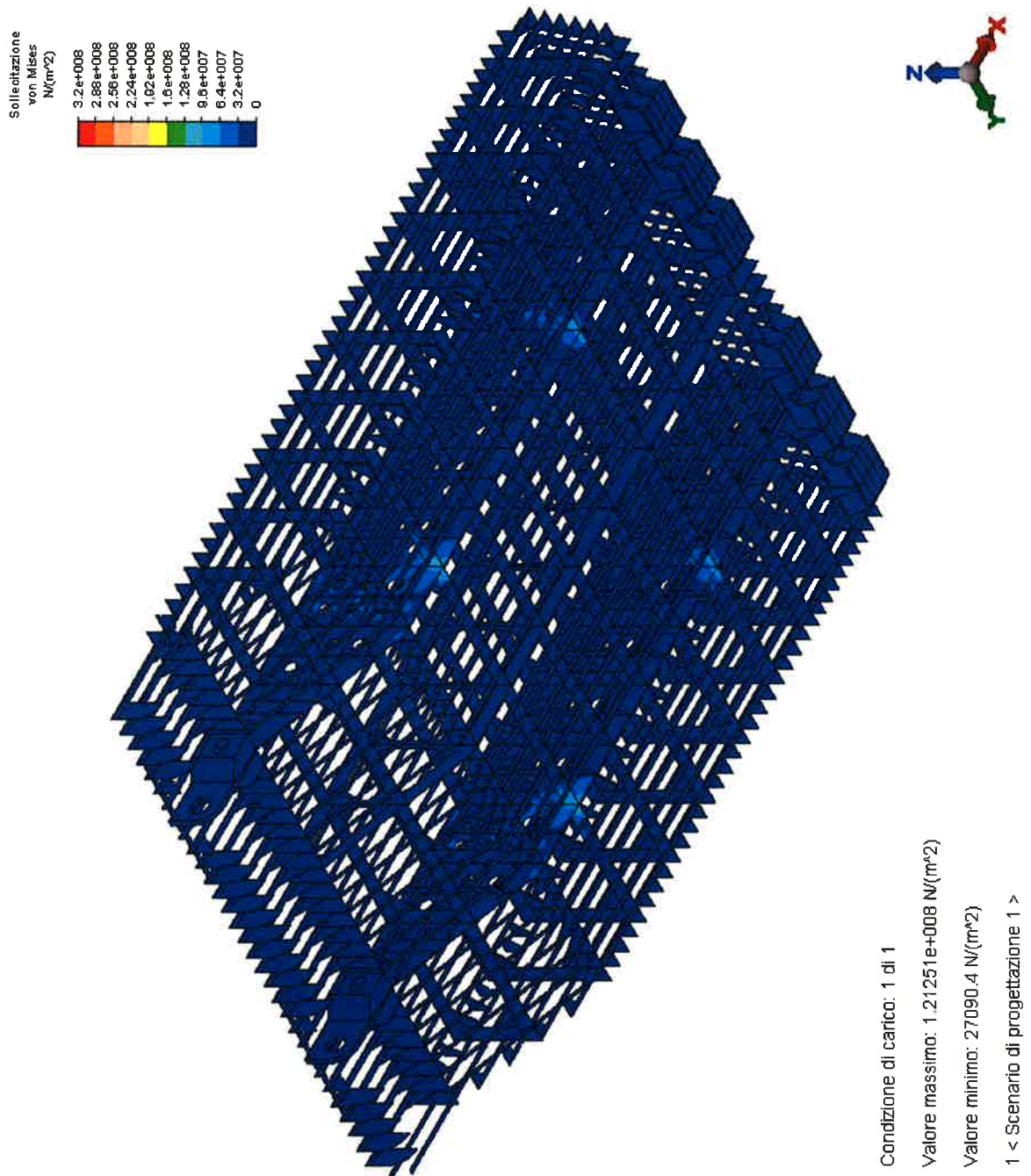



FIG. 8.9 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES - IRRIGIDIMENTI



|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 117 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

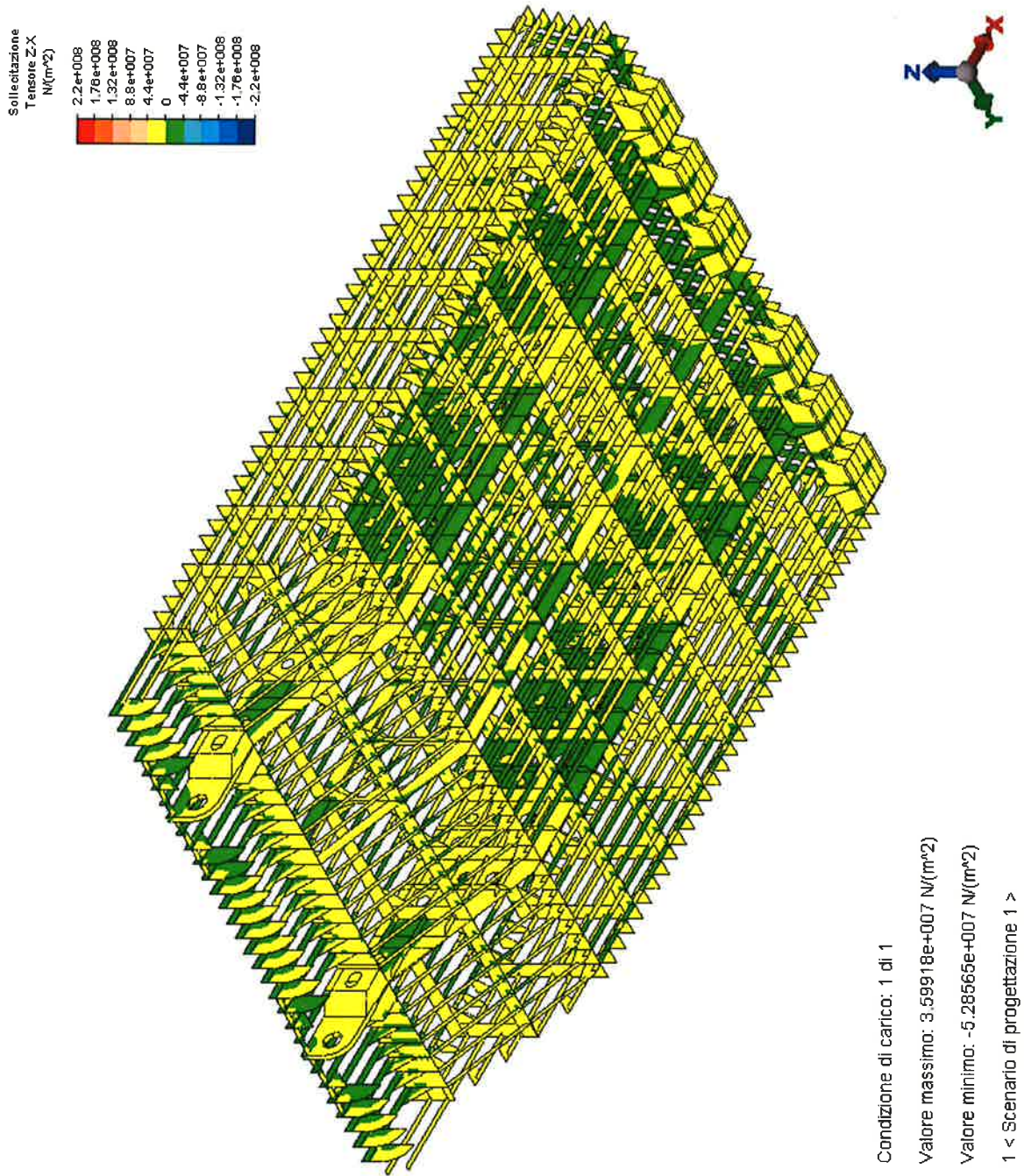


FIG. 8.10 – TAGLIO Z-X

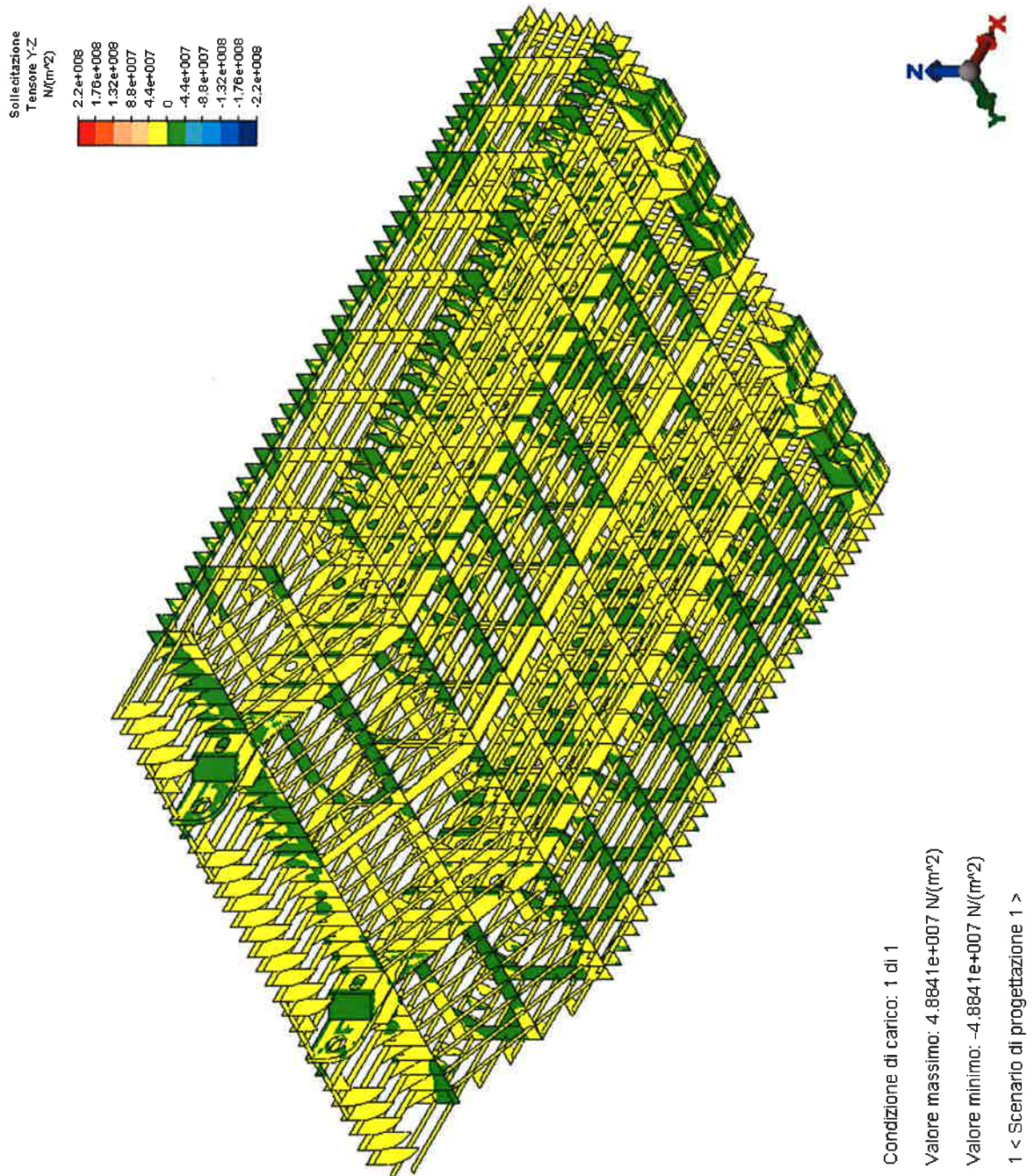


FIG. 8.11 – TAGLIO Y-Z



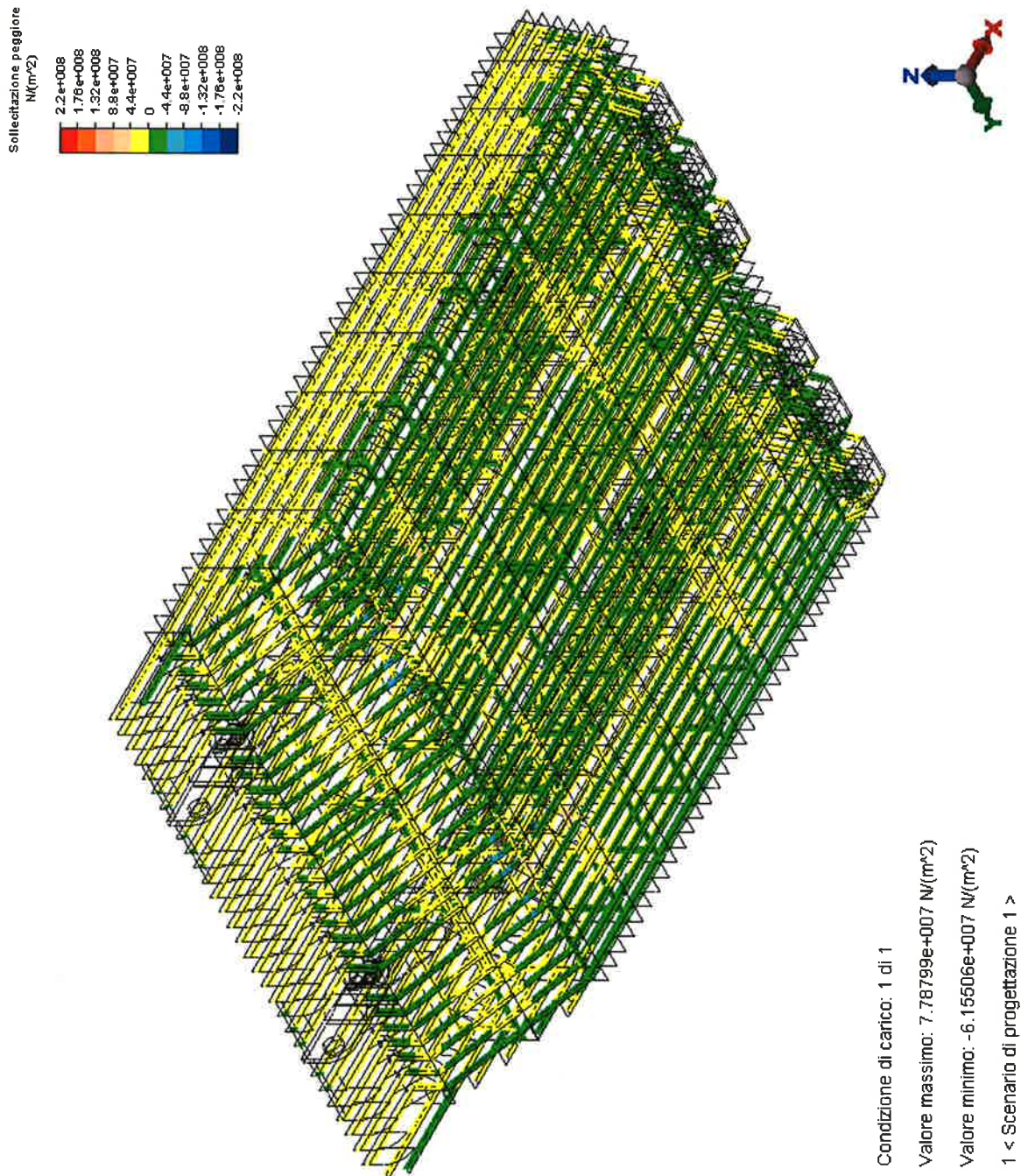



FIG. 8.12 – ELEMENTI TRAVE

|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 120 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

### 8.2.3. Condizione S.1c

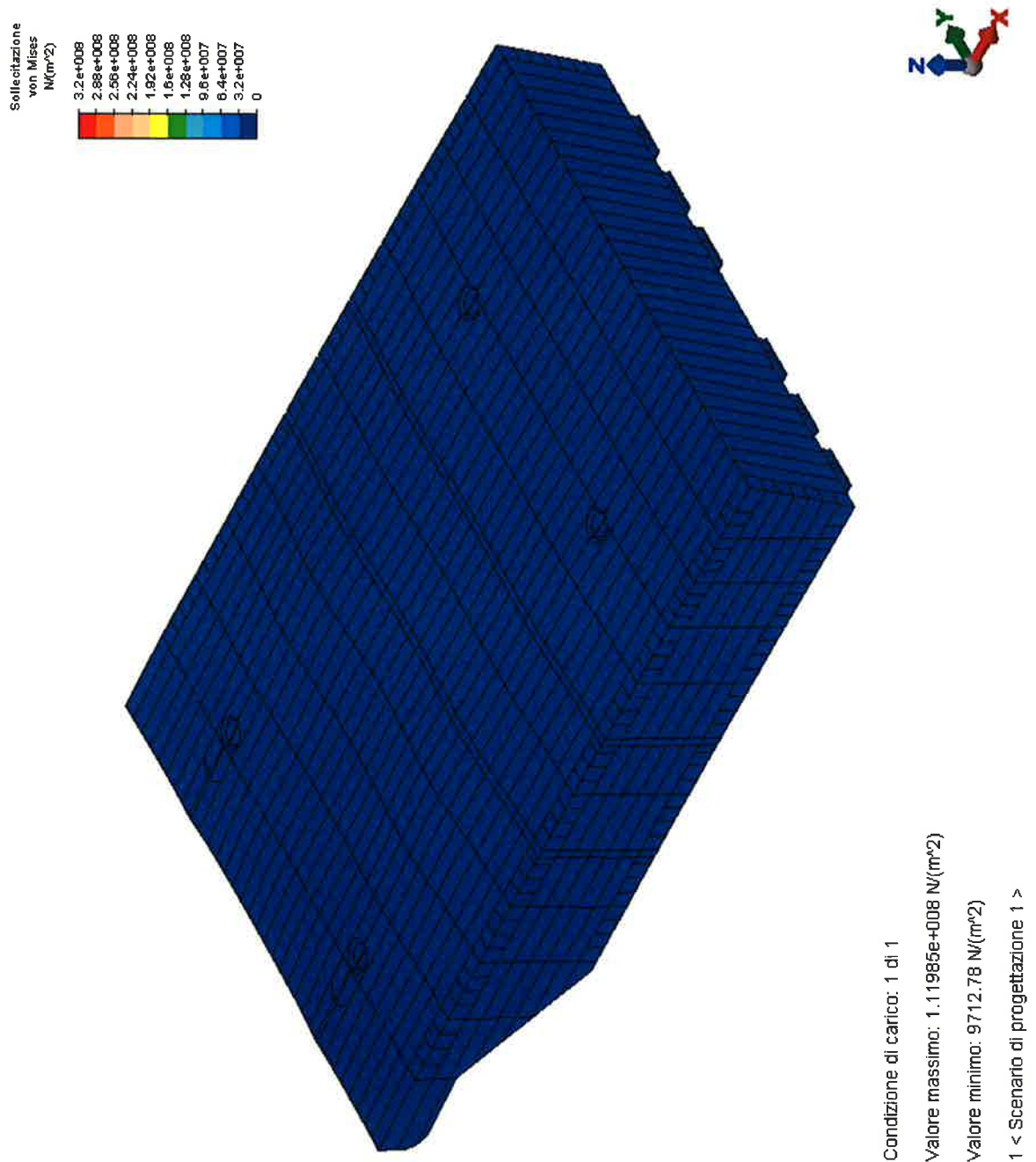
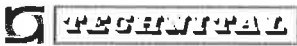


FIG. 8.13 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA – FASCIAME SUPERIORE

|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 121 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

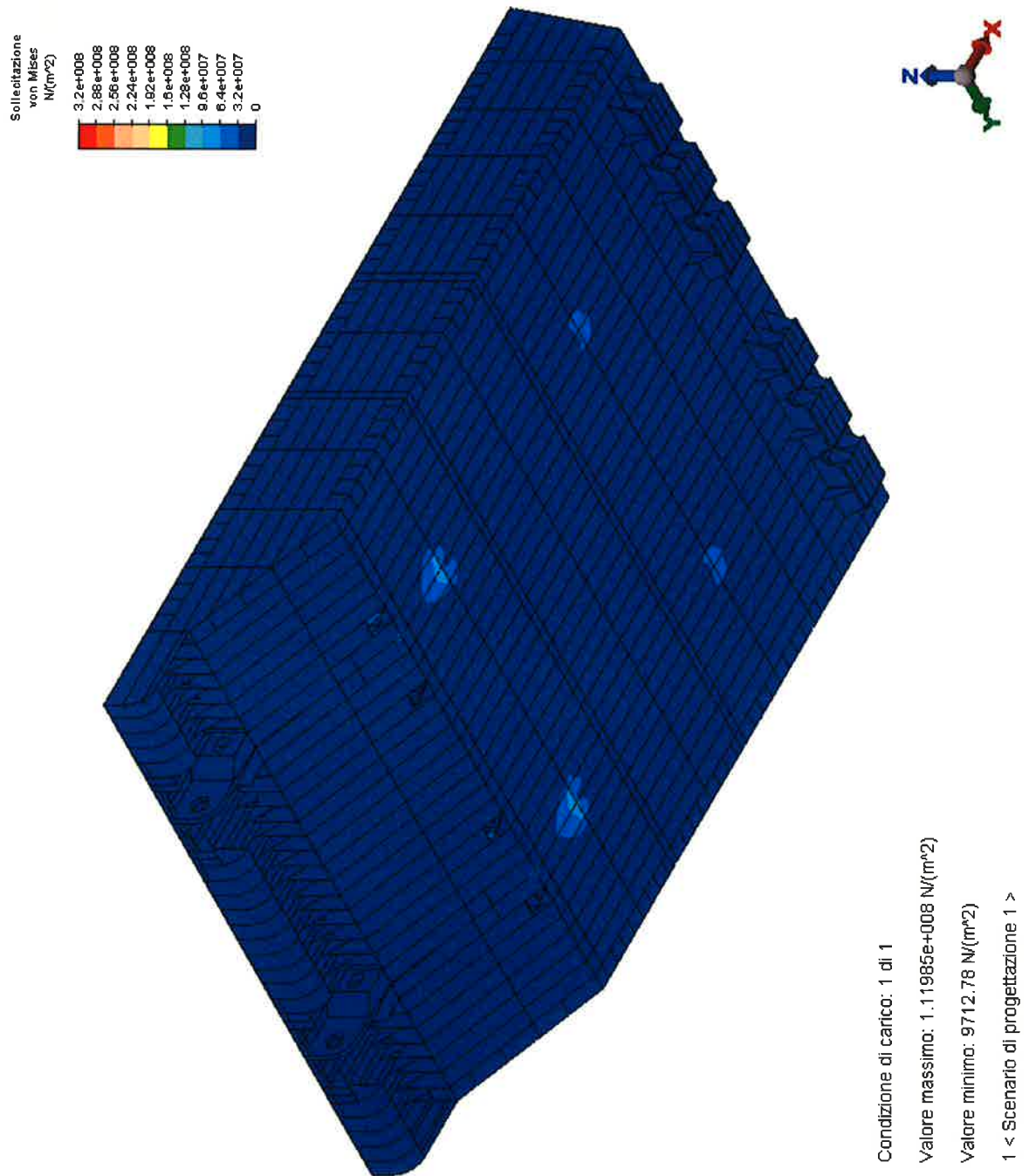



FIG. 8.14 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES – FASCIAME INFERIORE



|   |         |                   |   |             |
|---|---------|-------------------|---|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 122 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

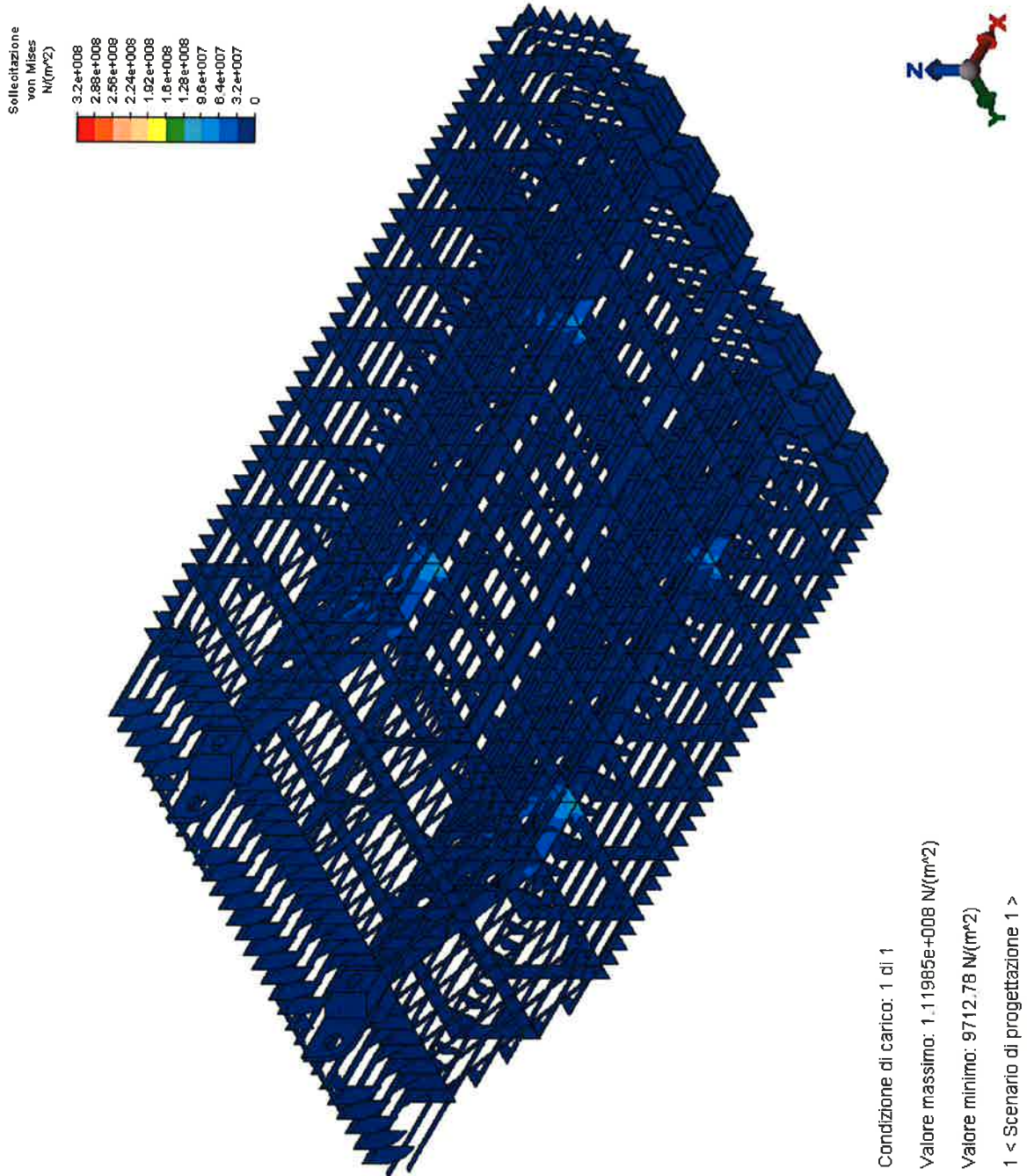


FIG. 8.15 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES - IRRIGIDIMENTI

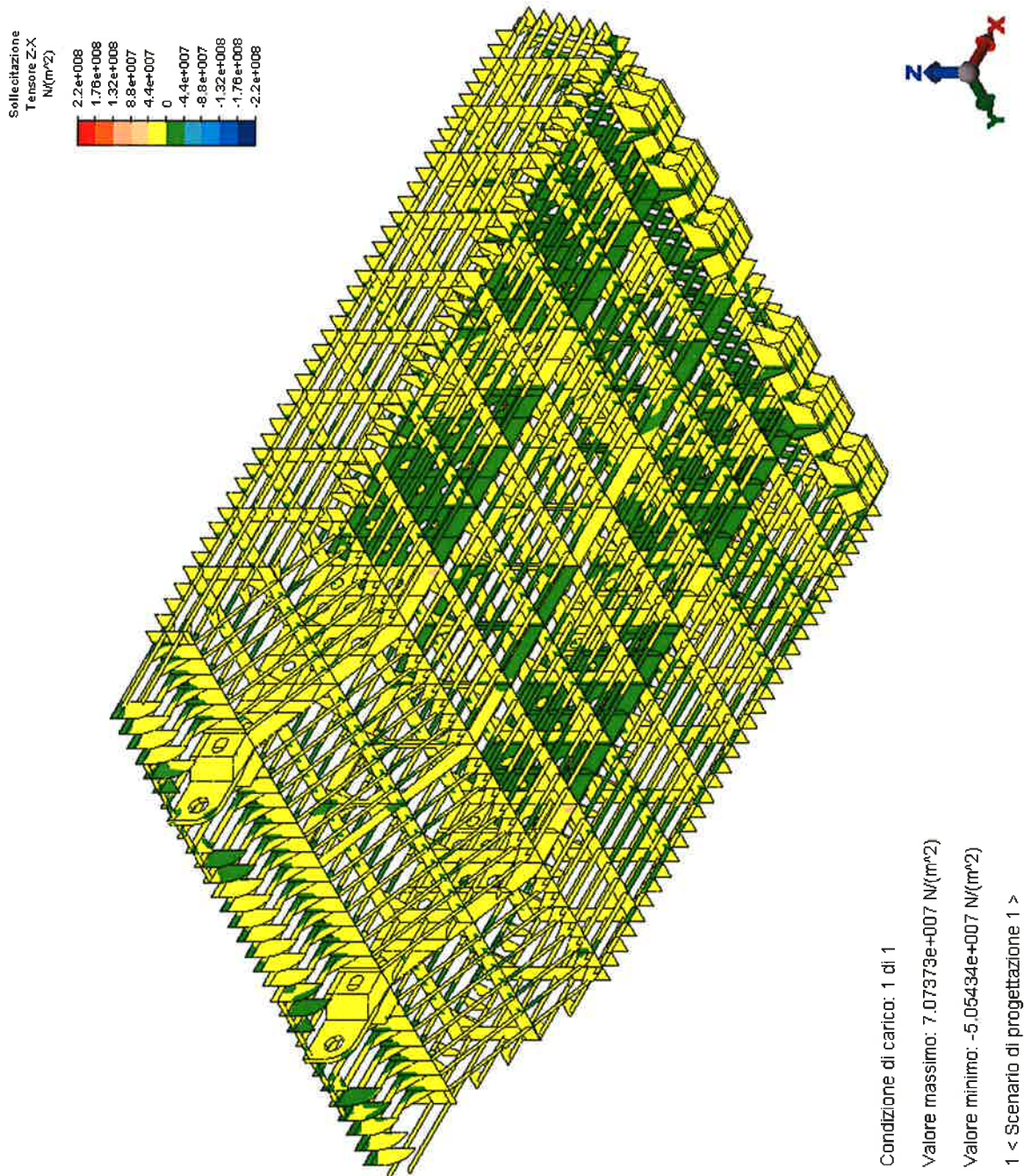
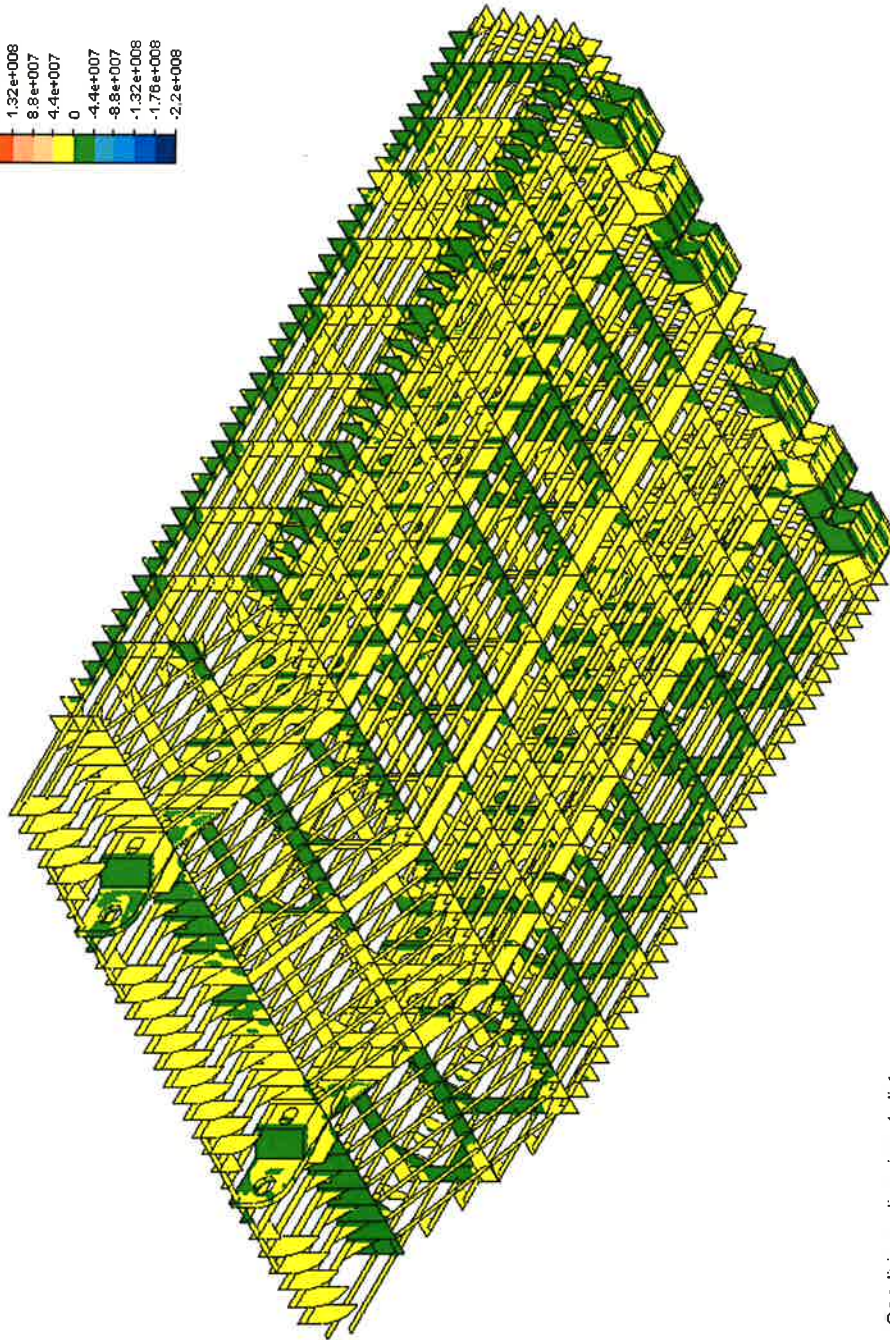
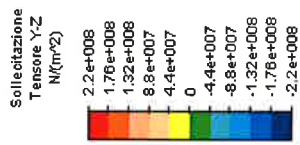


FIG. 8.16 – TAGLIO Z-X





Condizione di carico: 1 di 1

Valore massimo: 4.31122e+007 N/(m<sup>2</sup>)

Valore minimo: -4.31122e+007 N/(m<sup>2</sup>)

1 < Scenario di progettazione 1 >

FIG. 8.17 – TAGLIO Y-Z

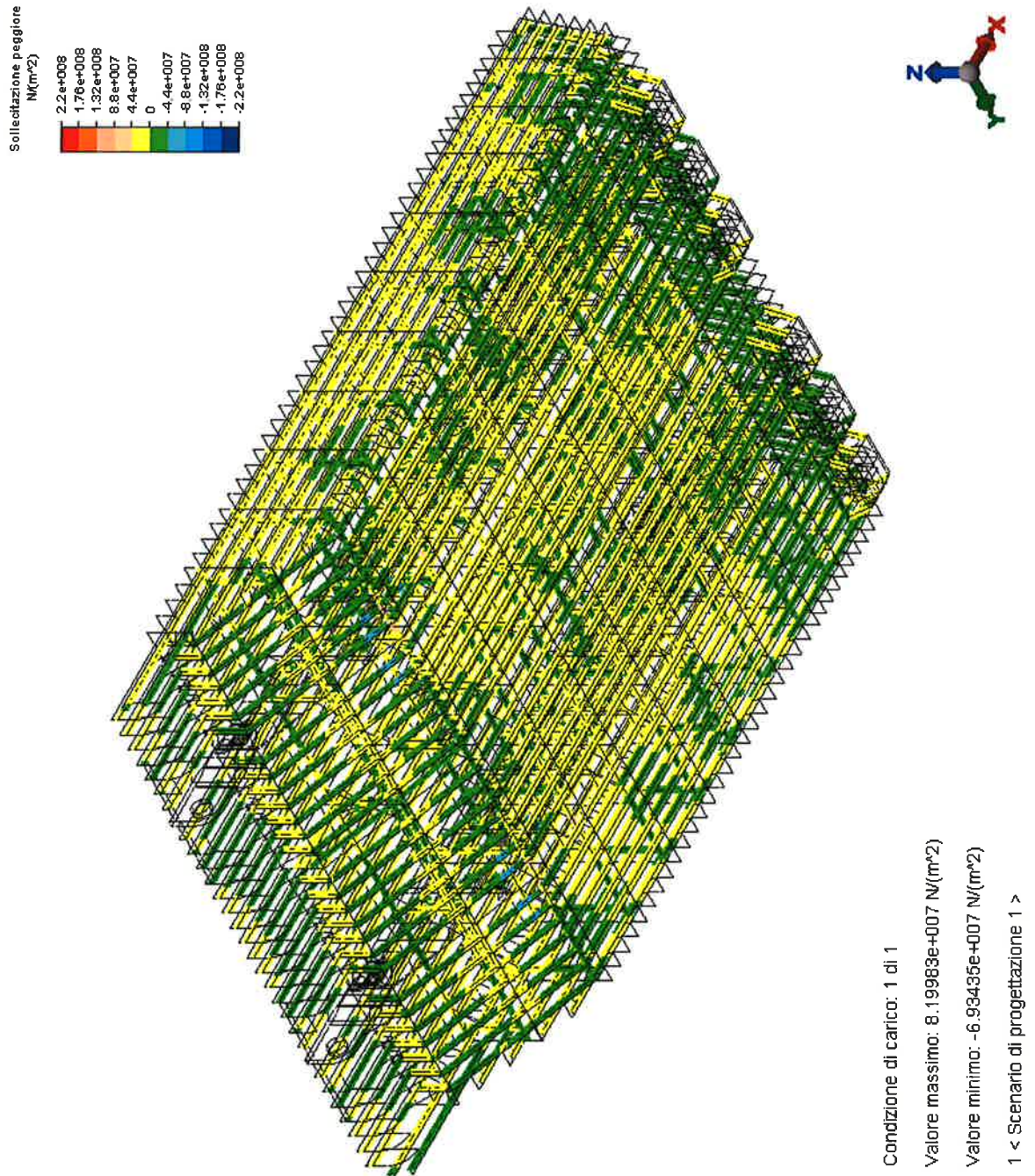
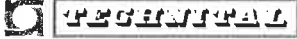
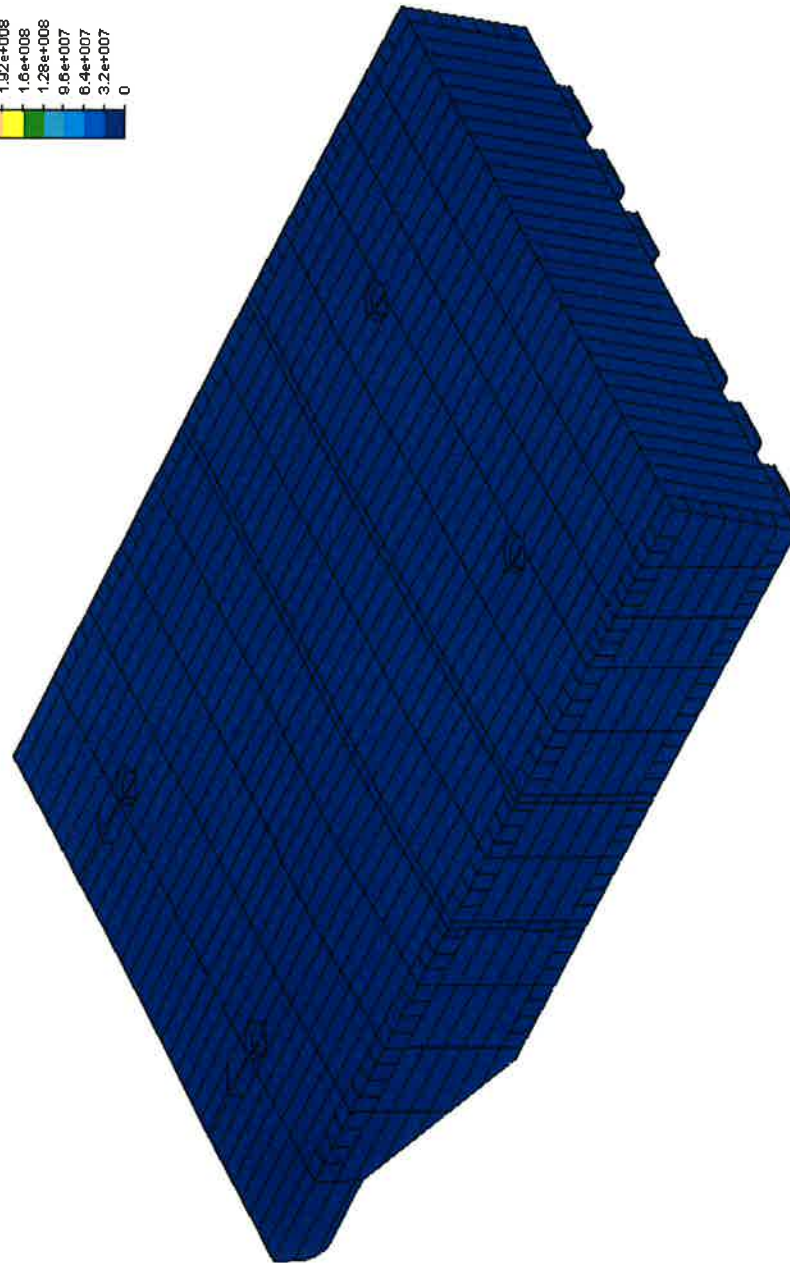
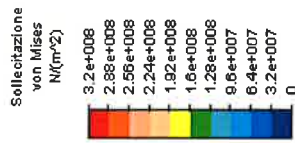


FIG. 8.18 – ELEMENTI TRAVE



|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 126 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

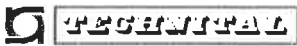
### 8.2.4. Condizione S.1d



Condizione di carico: 1 di 1  
 Valore massimo: 2.16416e+008 N/(m<sup>2</sup>)  
 Valore minimo: 34226.7 N/(m<sup>2</sup>)  
 1 < Scenario di progettazione 1 >

FIG. 8.19 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA -- FASCIAME SUPERIORE



|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 127 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

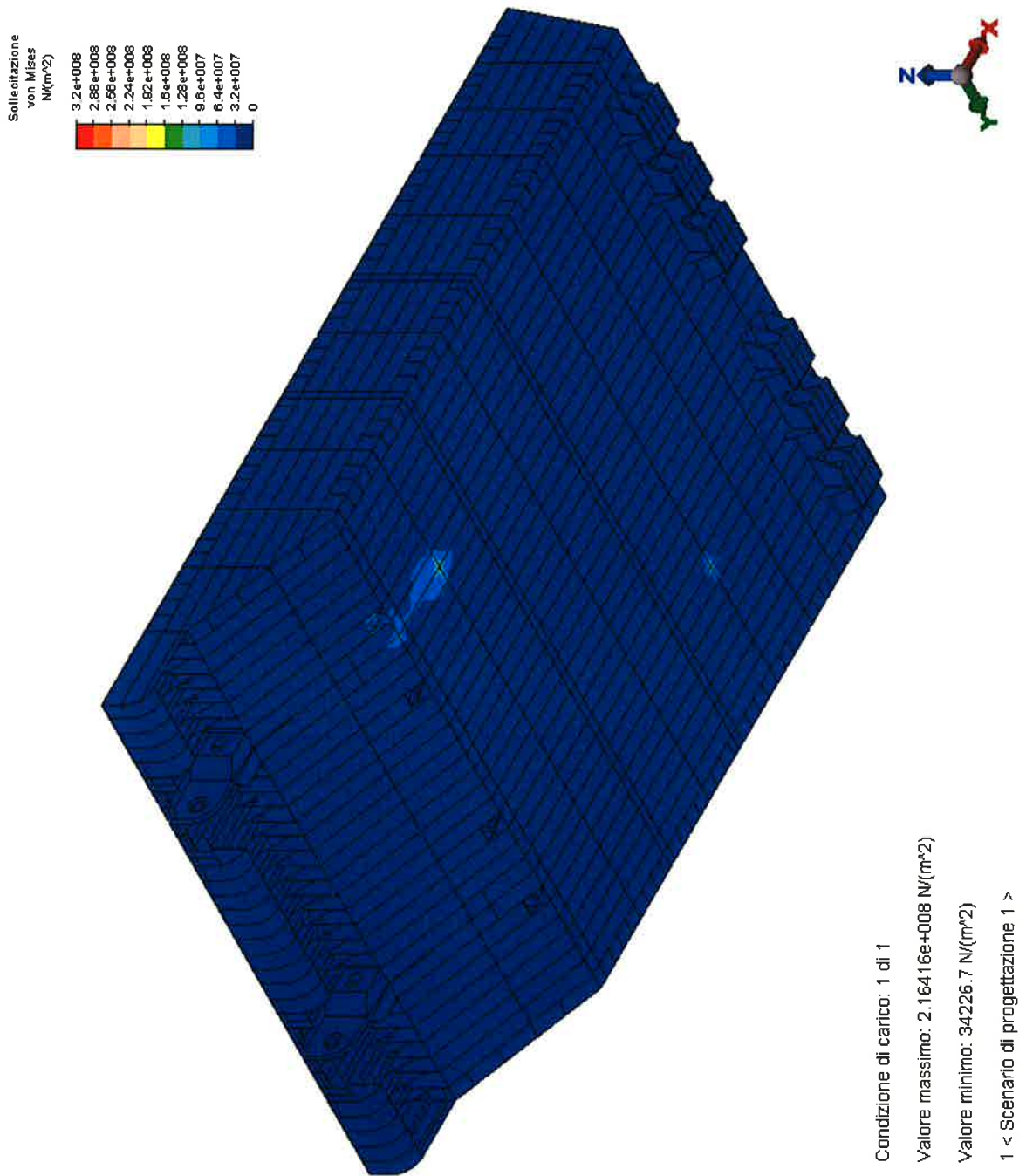


FIG. 8.20 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES – FASCIAME INFERIORE

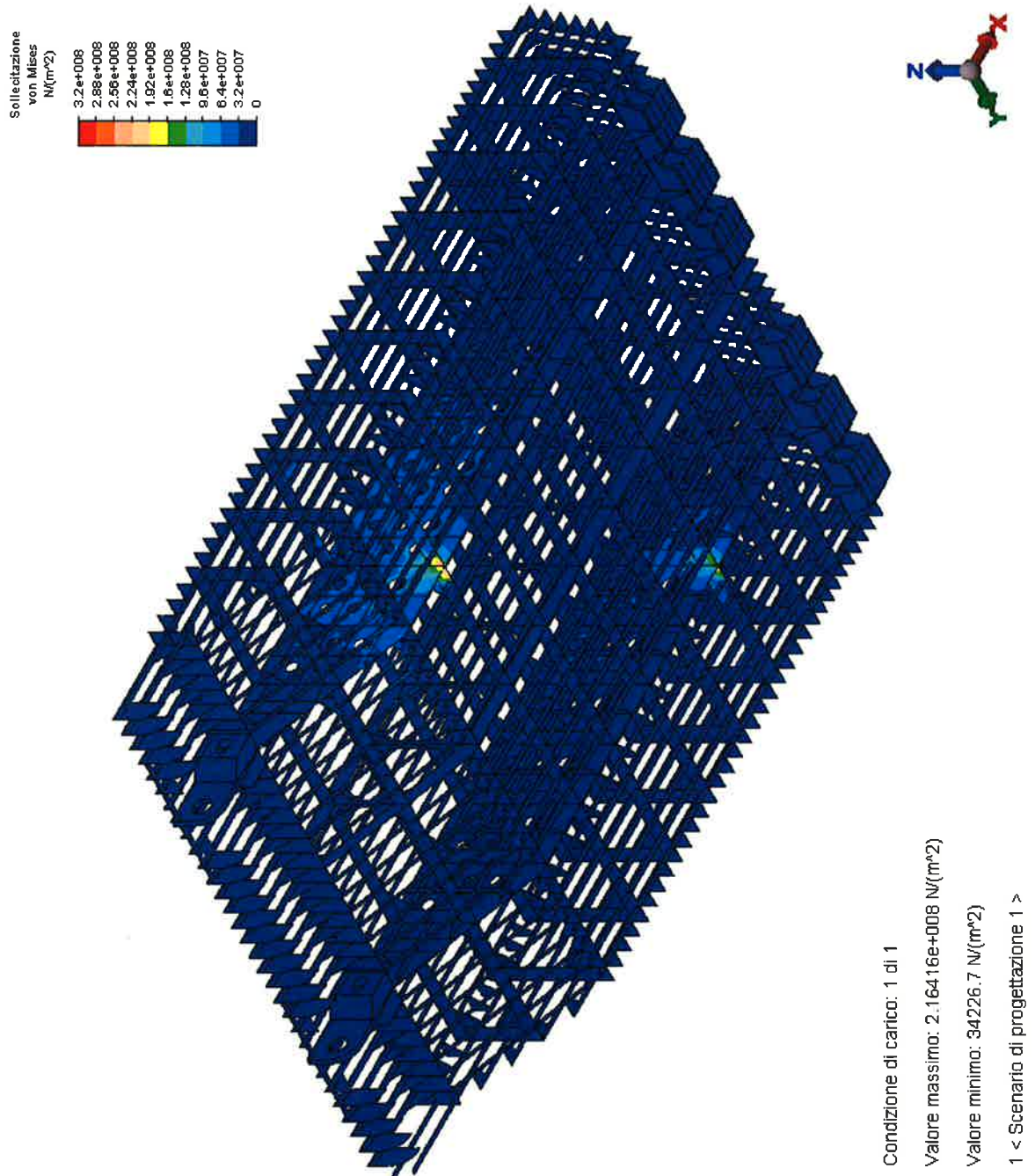


FIG. 8.21 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES - IRRIGIDIMENTI



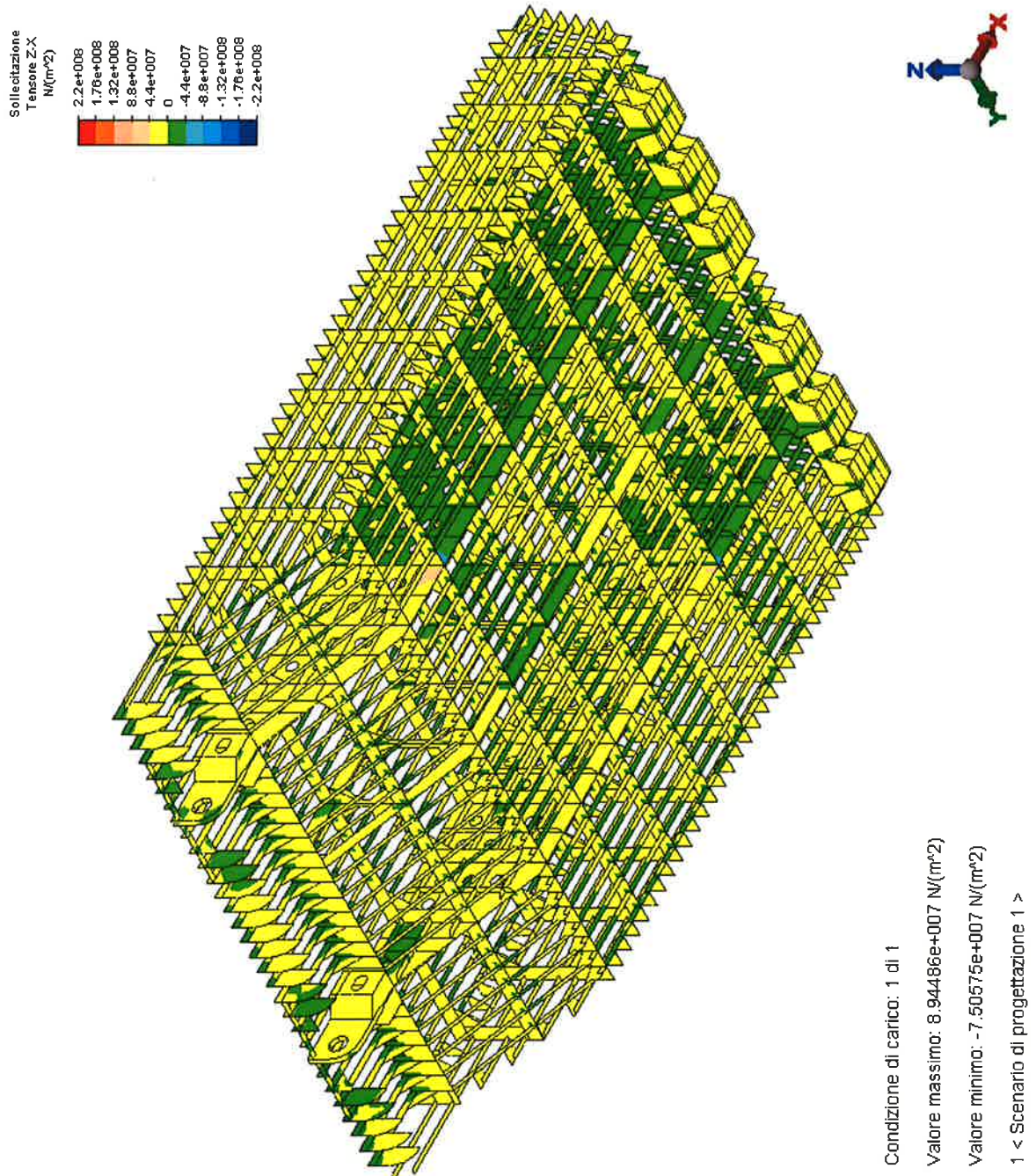


FIG. 8.22 – TAGLIO Z-X

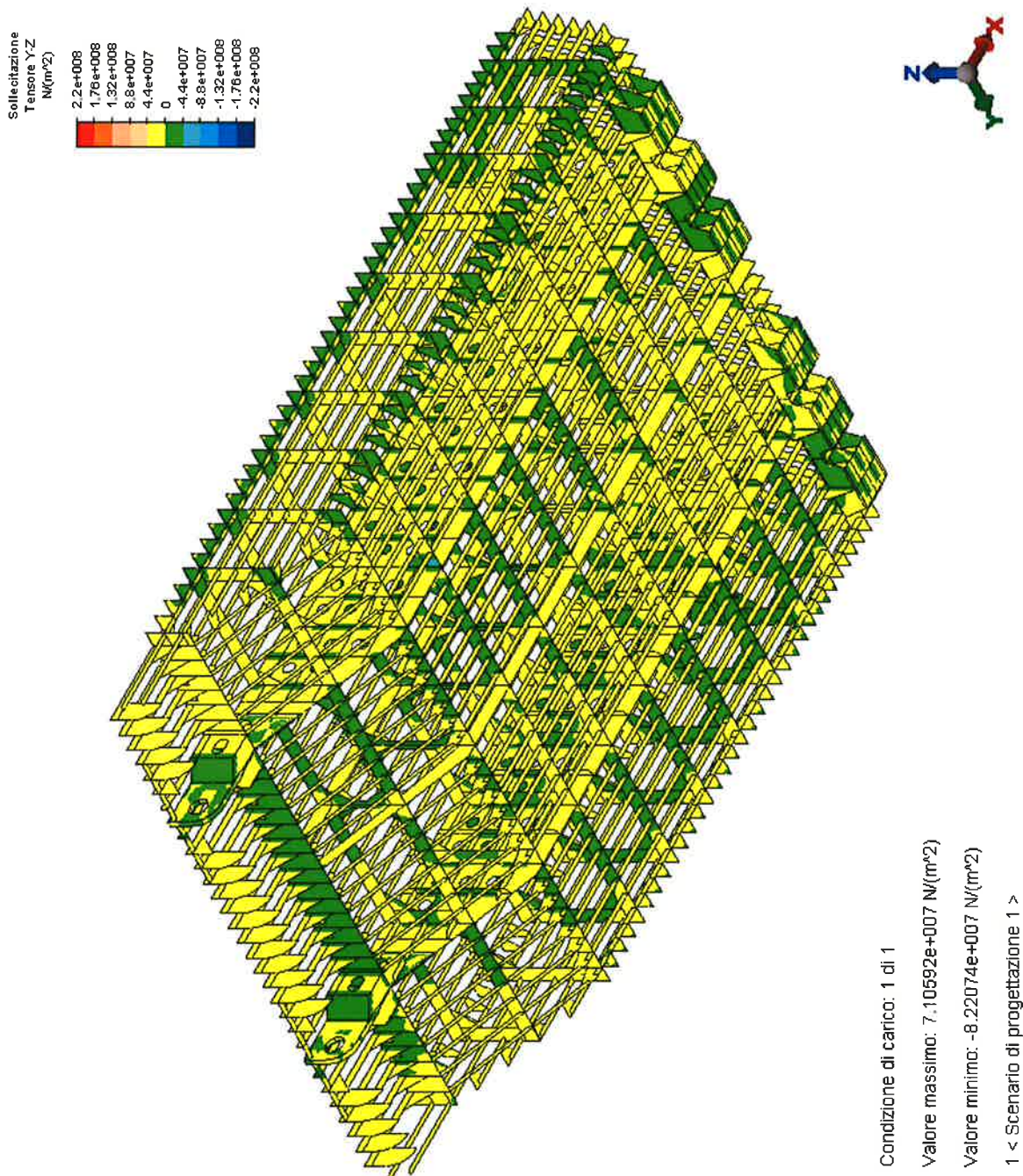


FIG. 8.23 – TAGLIO Y-Z



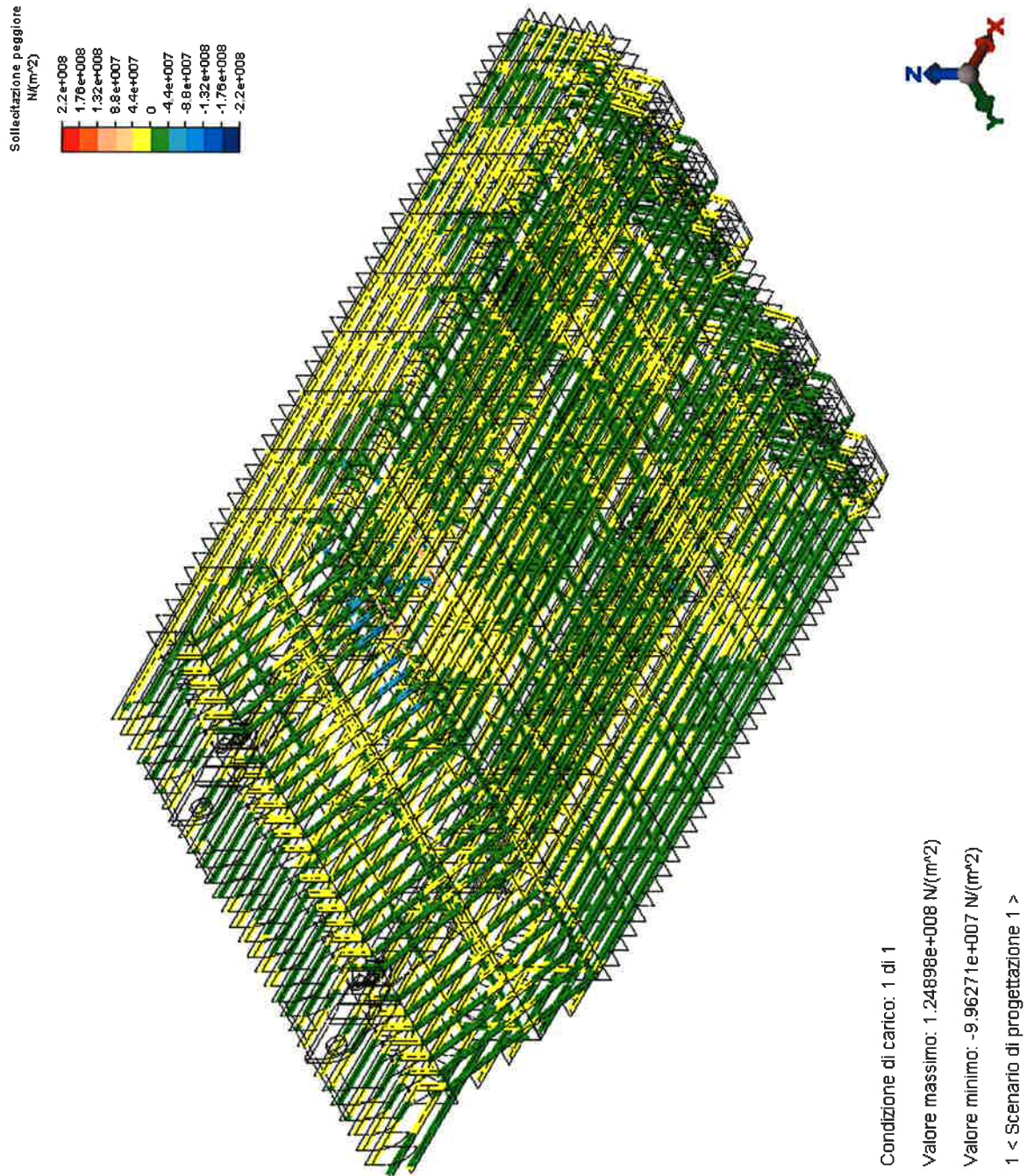
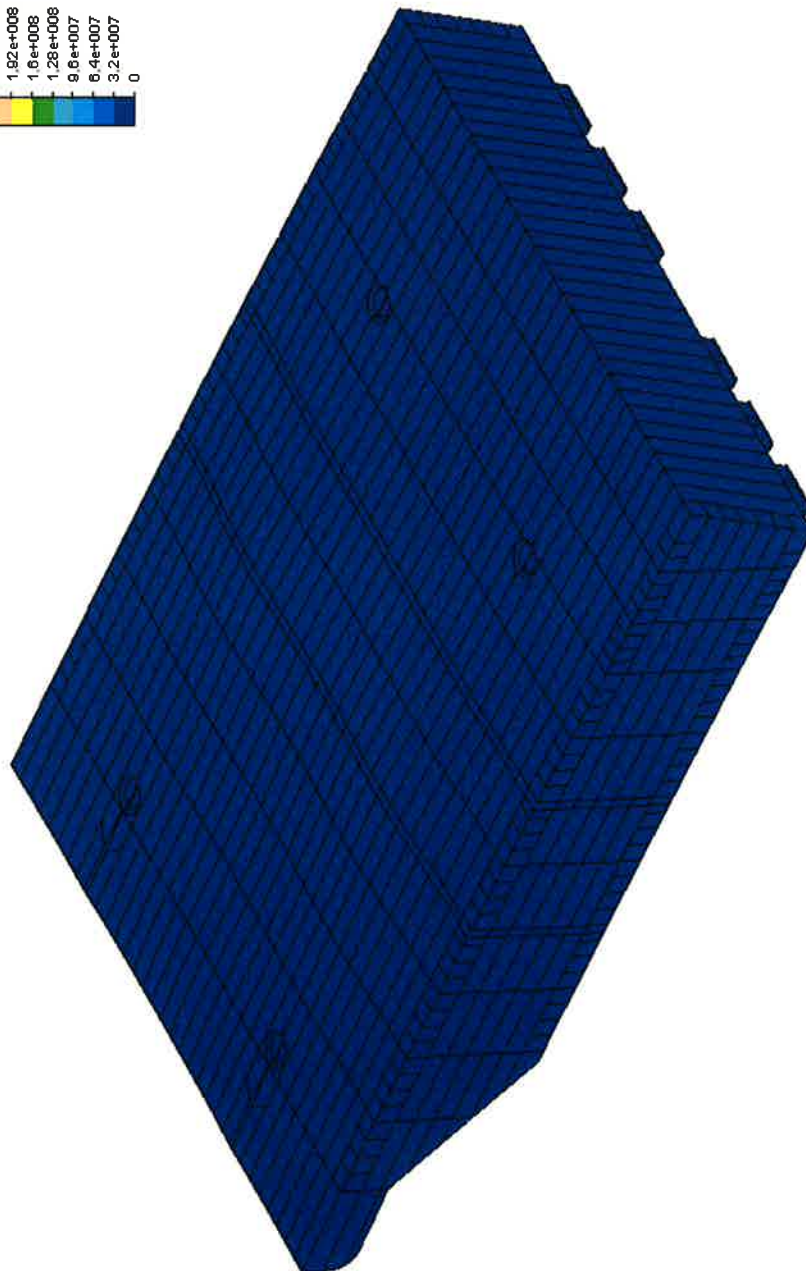
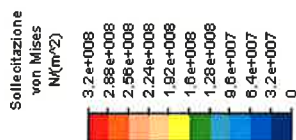


FIG. 8.24 – ELEMENTI TRAVE



### 8.3. Paratoia allestita incrostata - Schema secondario – Condizioni S.2

#### 8.3.1. Condizione S.2a



Condizione di carico: 1 di 1  
 Valore massimo: 1.70606e+008 N/(m<sup>2</sup>)  
 Valore minimo: 46816.1 N/(m<sup>2</sup>)  
 1 < Scenario di progettazione 1 >

FIG. 8.25 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA – FASCIAME SUPERIORE

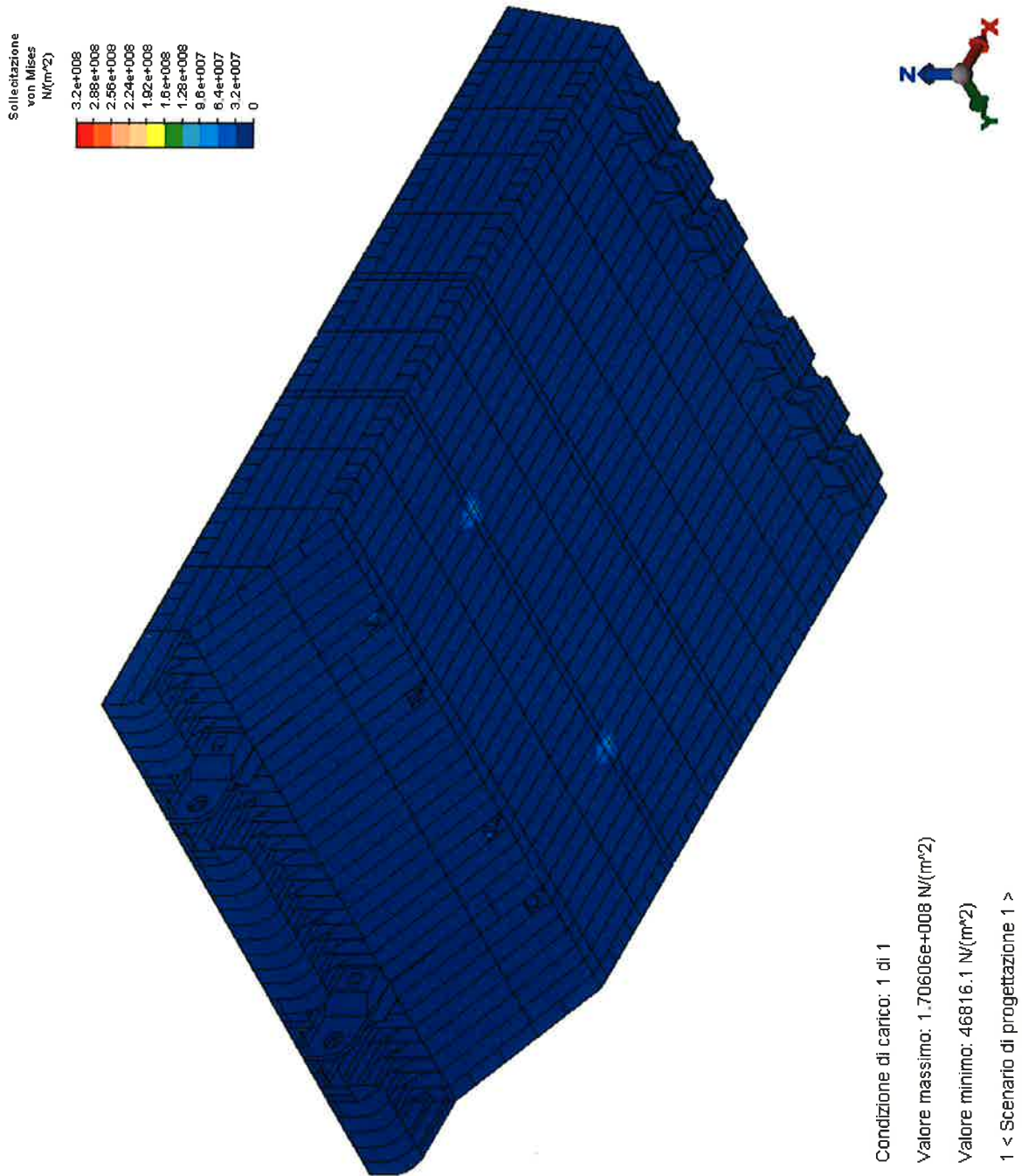


FIG. 8.26 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES – FASCIAME INFERIORE

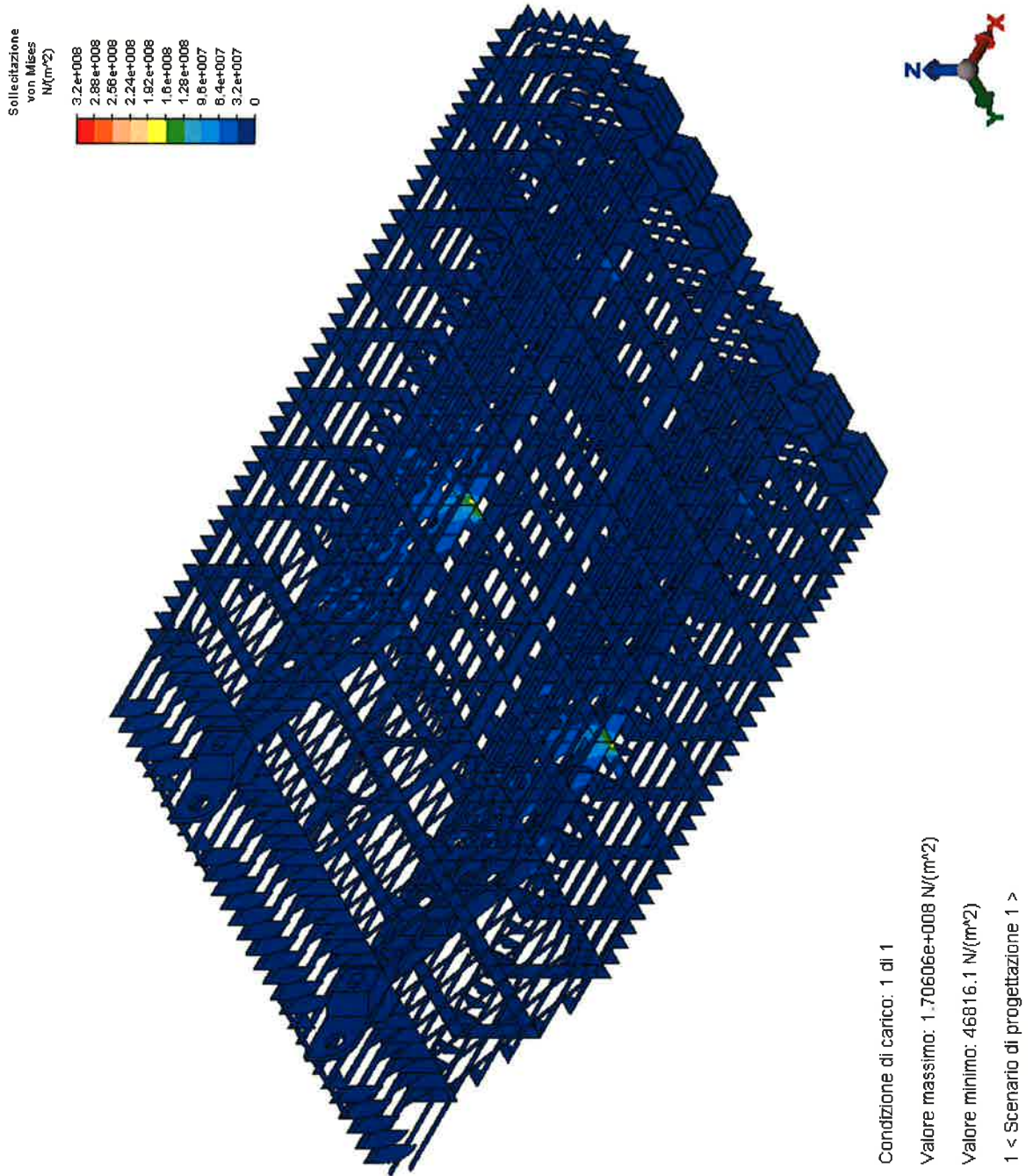
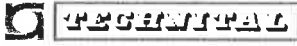


FIG. 8.27 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES - IRRIGIDIMENTI



|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 135 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

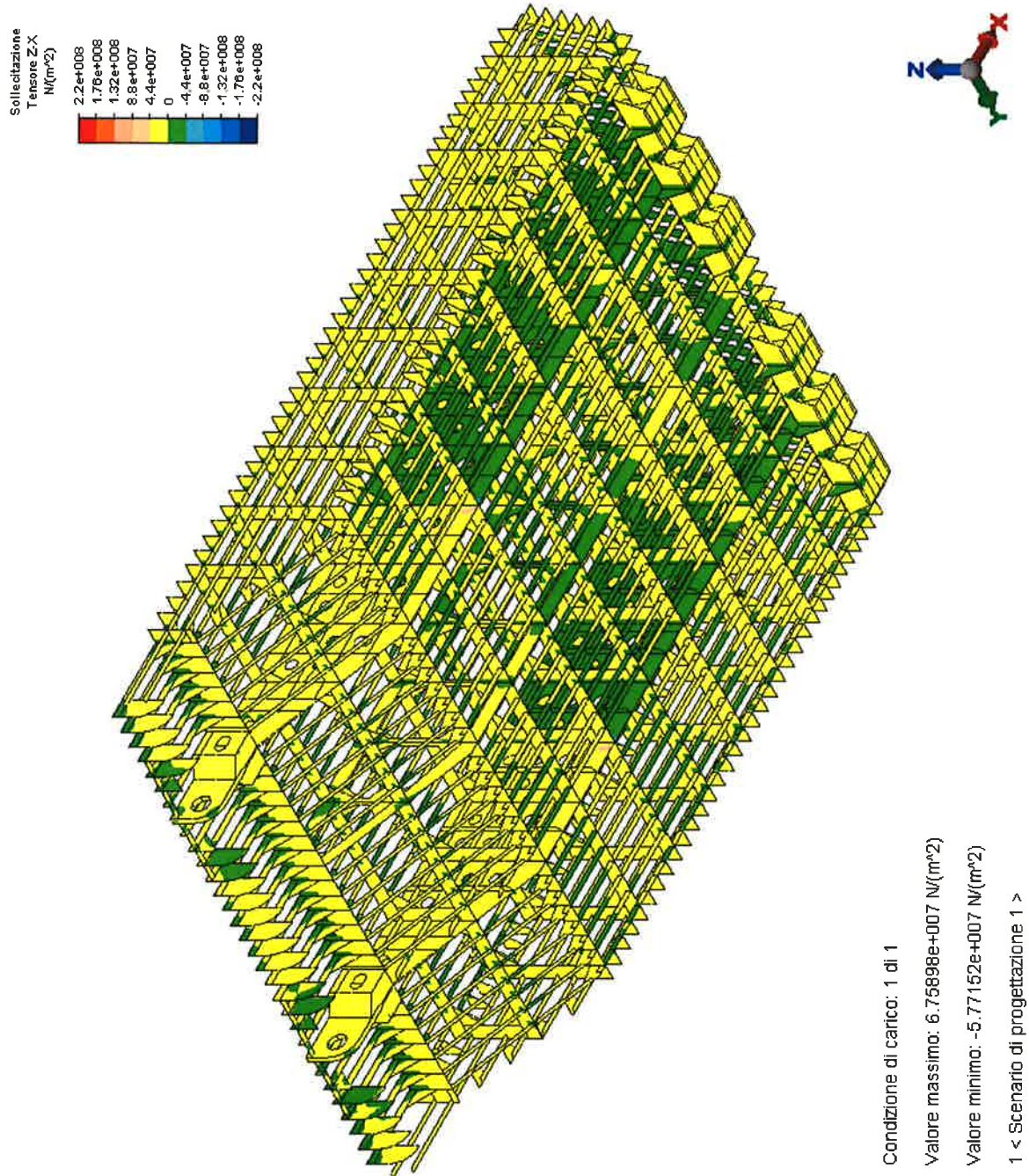


FIG. 8.28 – TAGLIO Z-X

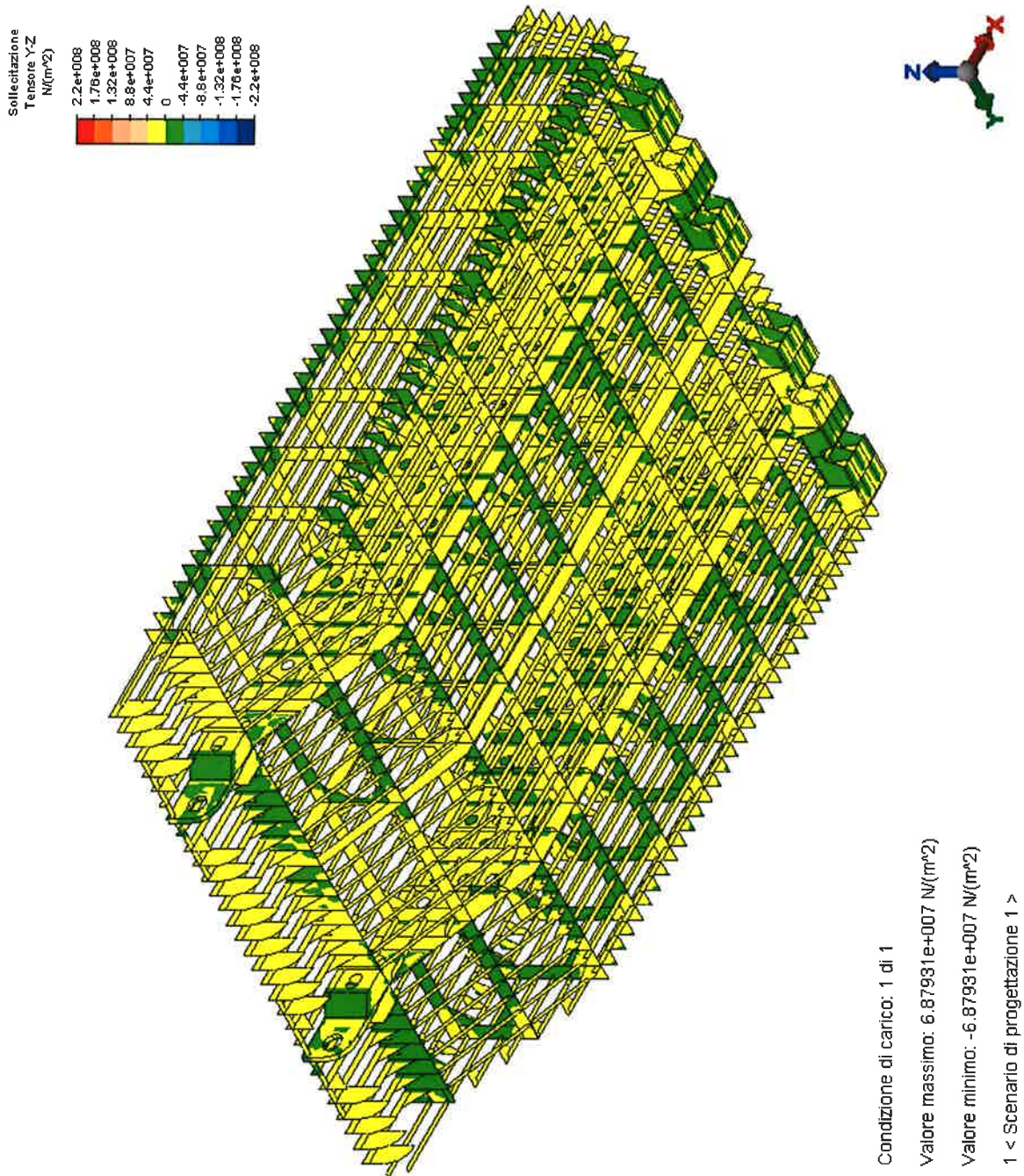


FIG. 8.29 – TAGLIO Y-Z



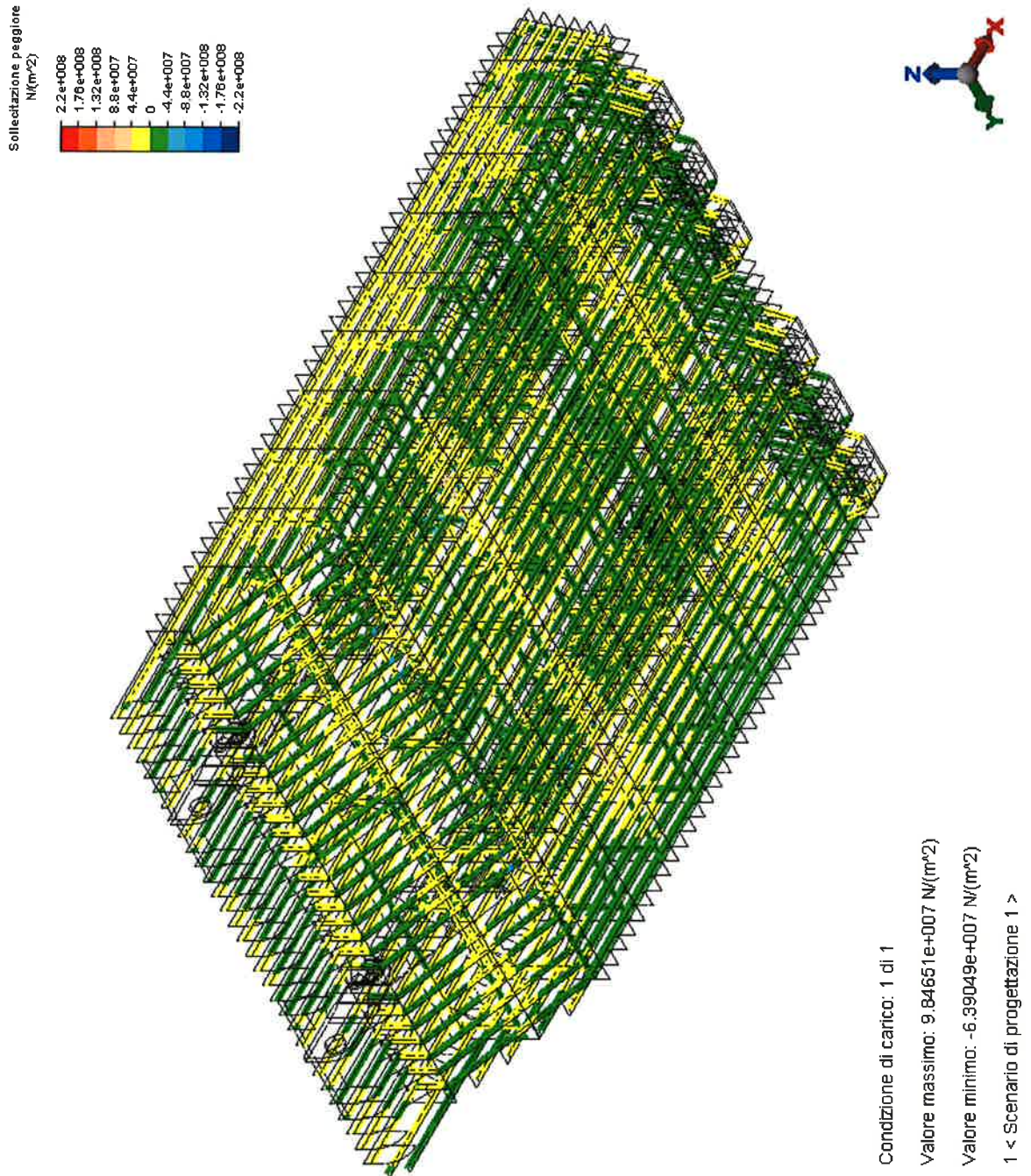
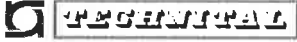


FIG. 8.30 – ELEMENTI TRAVE

|   |         |                   |   |             |
|---|---------|-------------------|---|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 138 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

### 8.3.2. Condizione S.2b

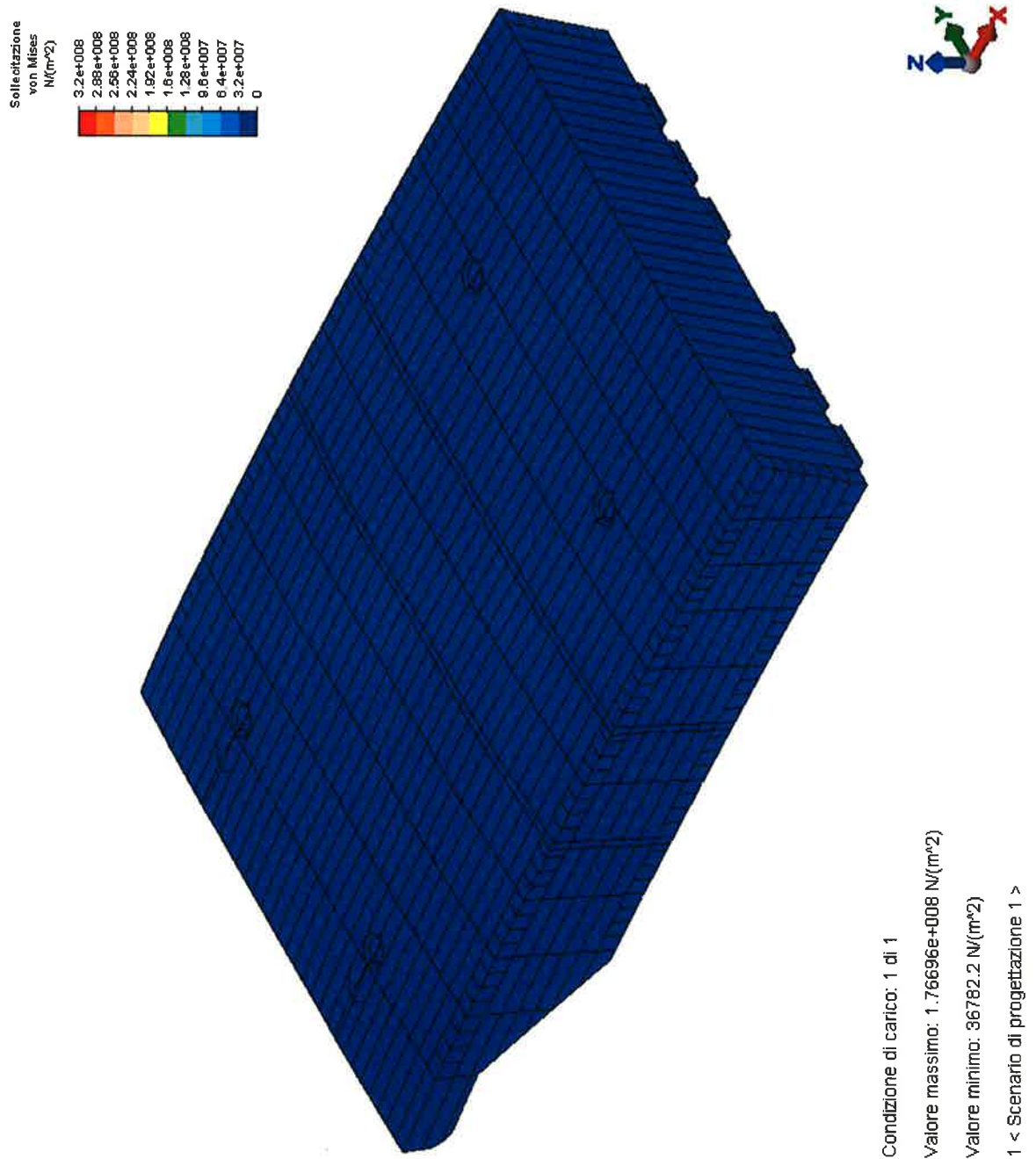



FIG. 8.31 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA – FASCIAME SUPERIORE

|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  <b>TECNOFAS</b> | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 139 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

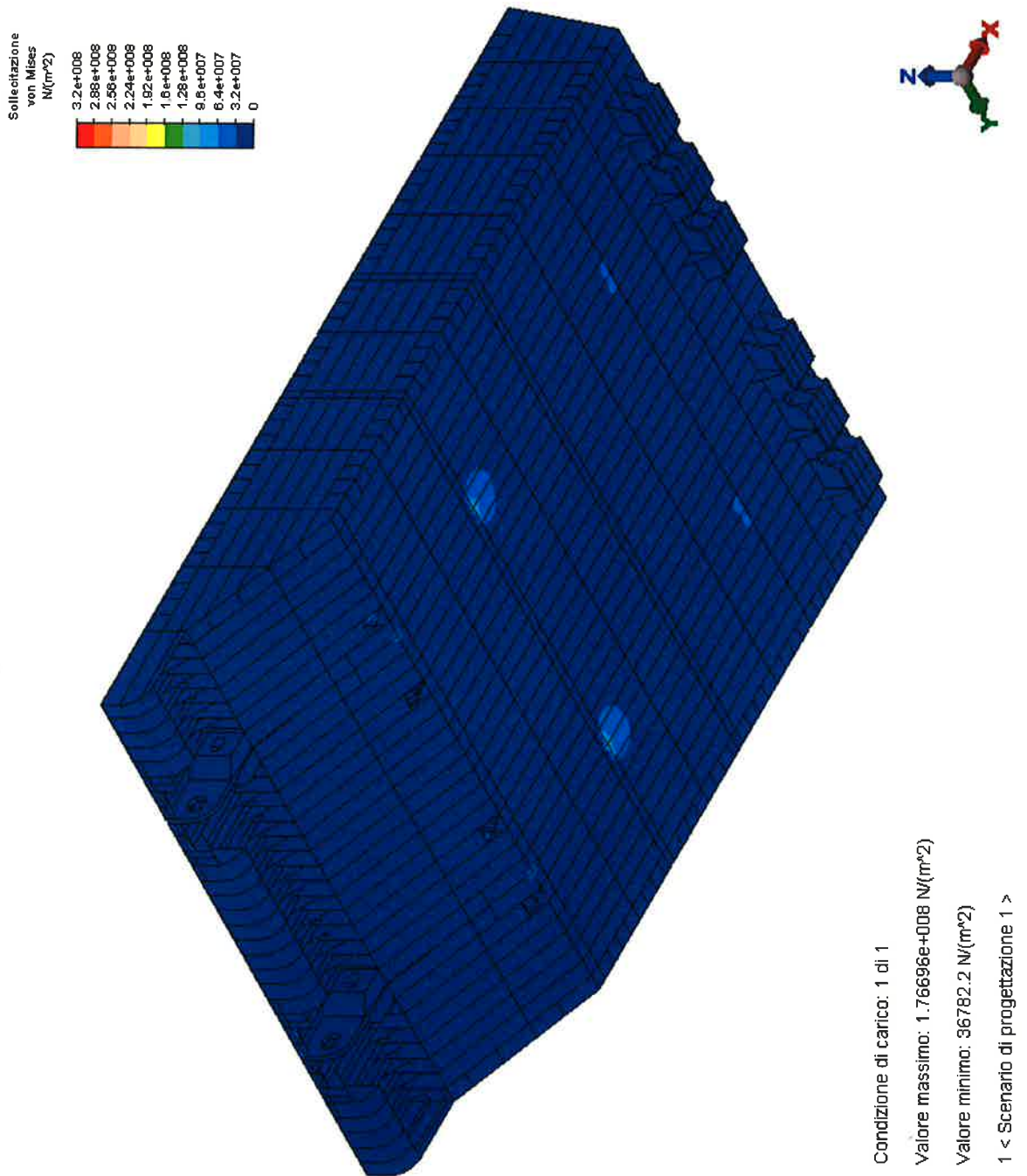


FIG. 8.32 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES – FASCIAME INFERIORE



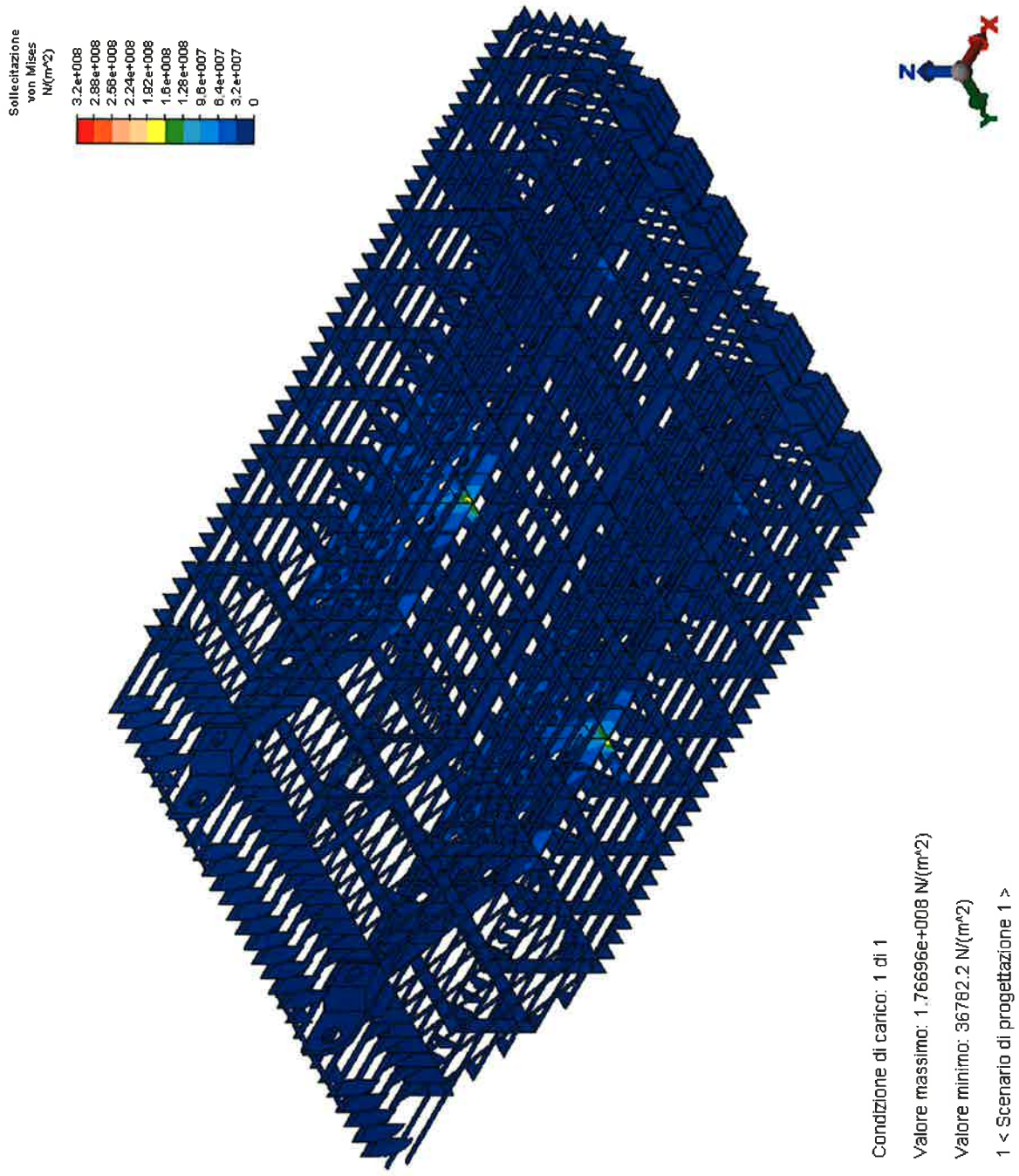



FIG. 8.33 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES - IRRIGIDIMENTI



|  |         |                   |  |             |
|--|---------|-------------------|--|-------------|
|  <b>TECHNIPAL</b> | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 141 |
|  | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

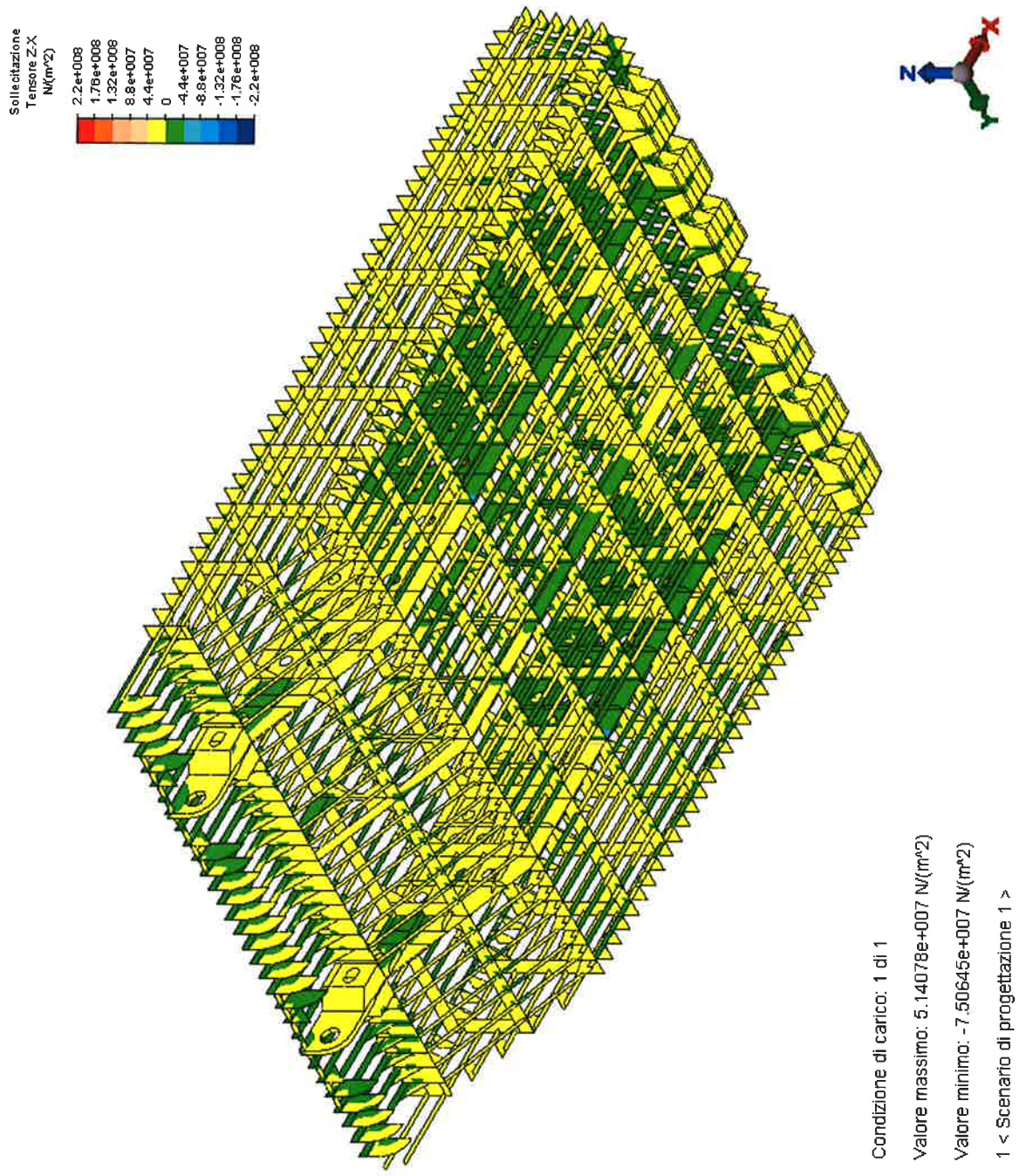


FIG. 8.34 – TAGLIO Z-X

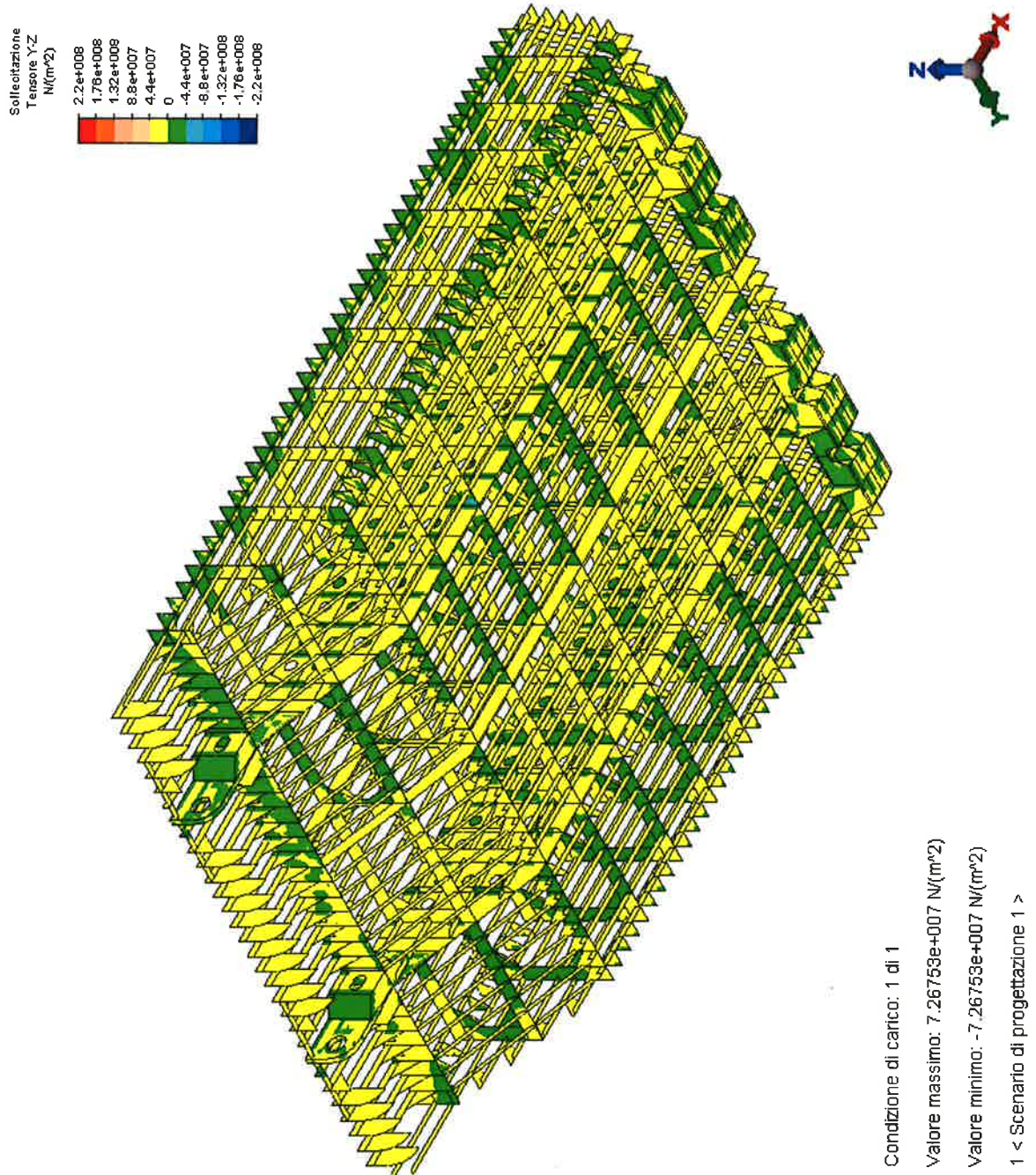
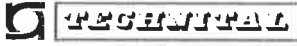


FIG. 8.35 – TAGLIO Y-Z



|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 143 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APOGGIO A TERRA |             |

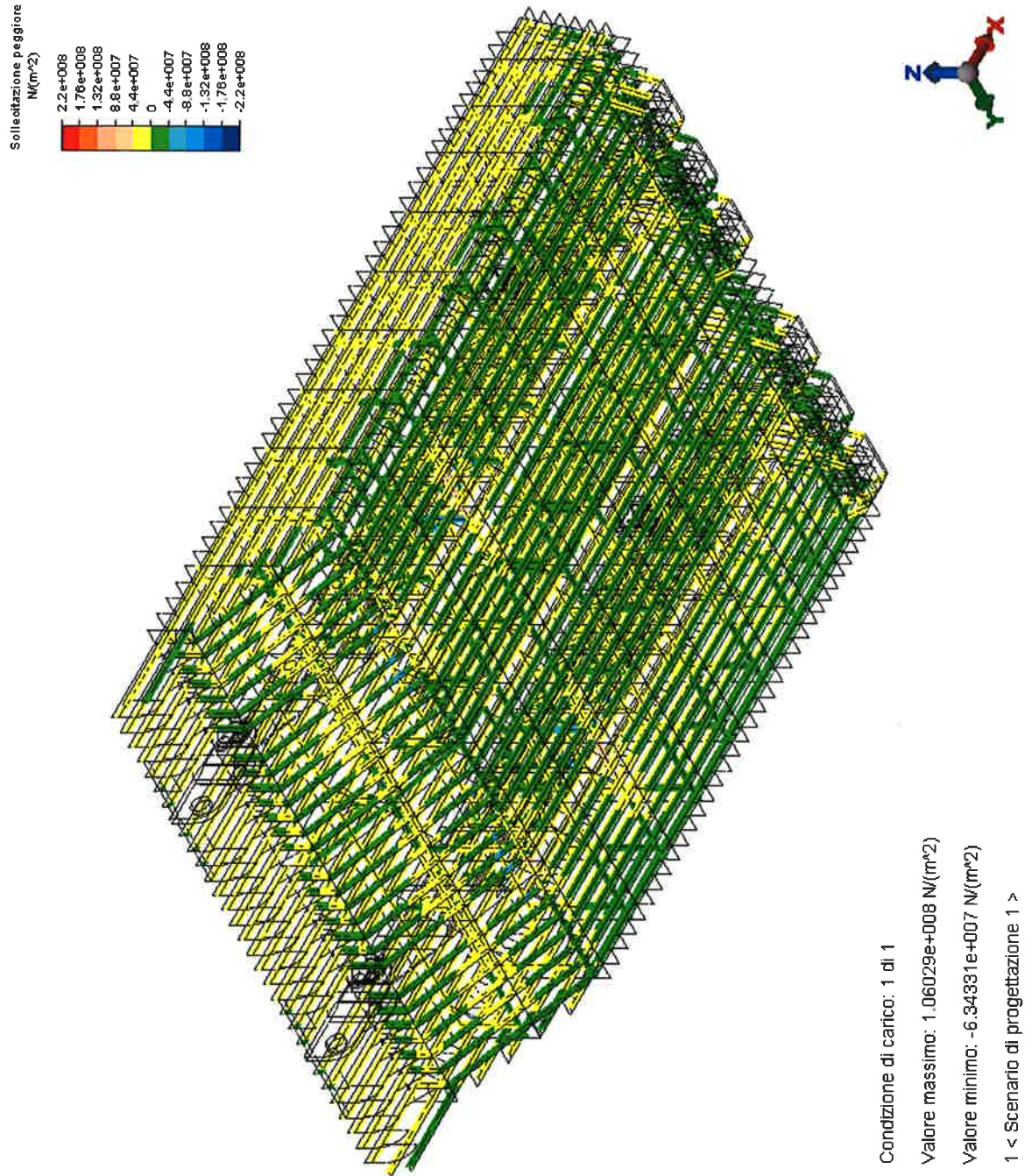


FIG. 8.36 – ELEMENTI TRAVE

### 8.3.3. Condizione S.2c

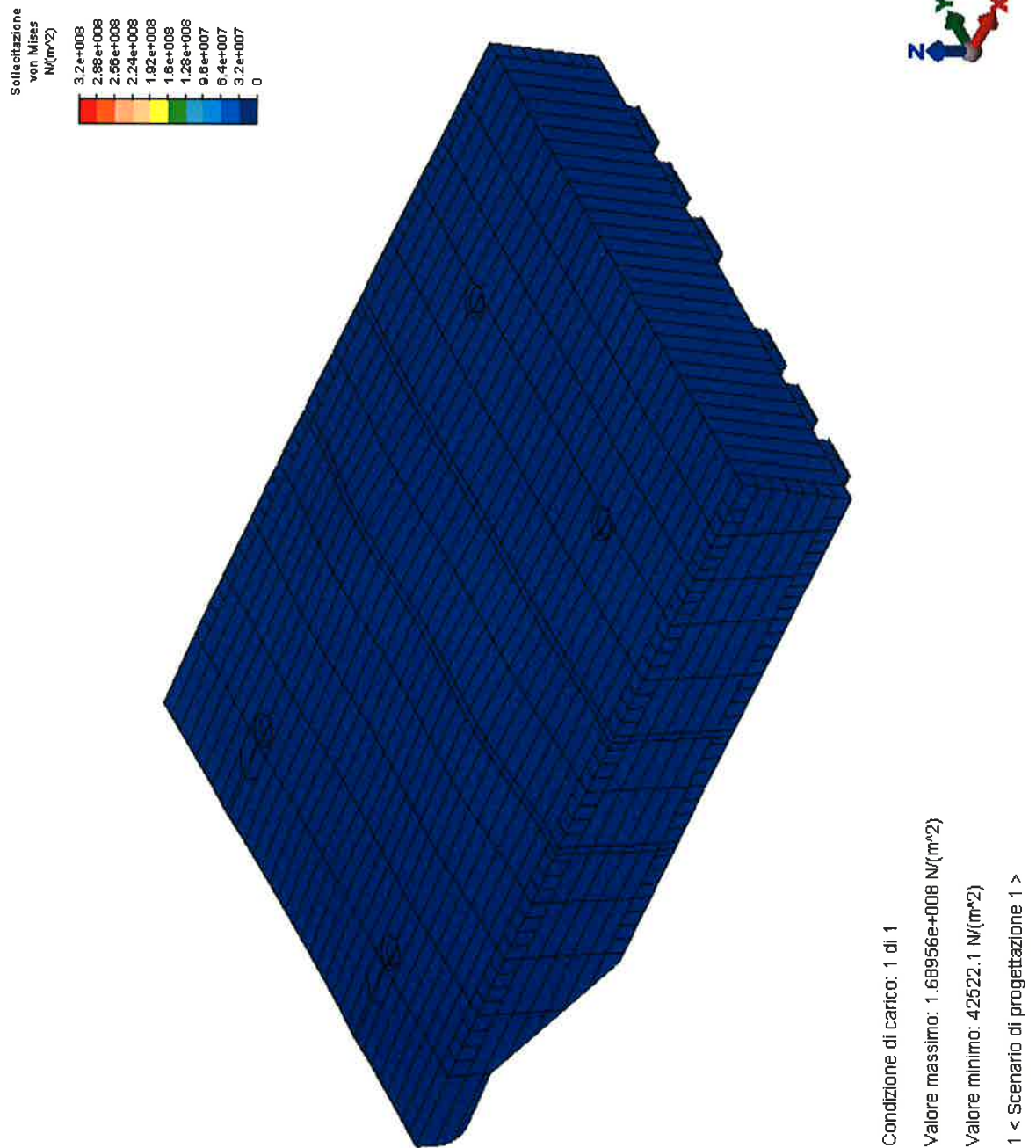


FIG. 8.37 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA – FASCIAME SUPERIORE



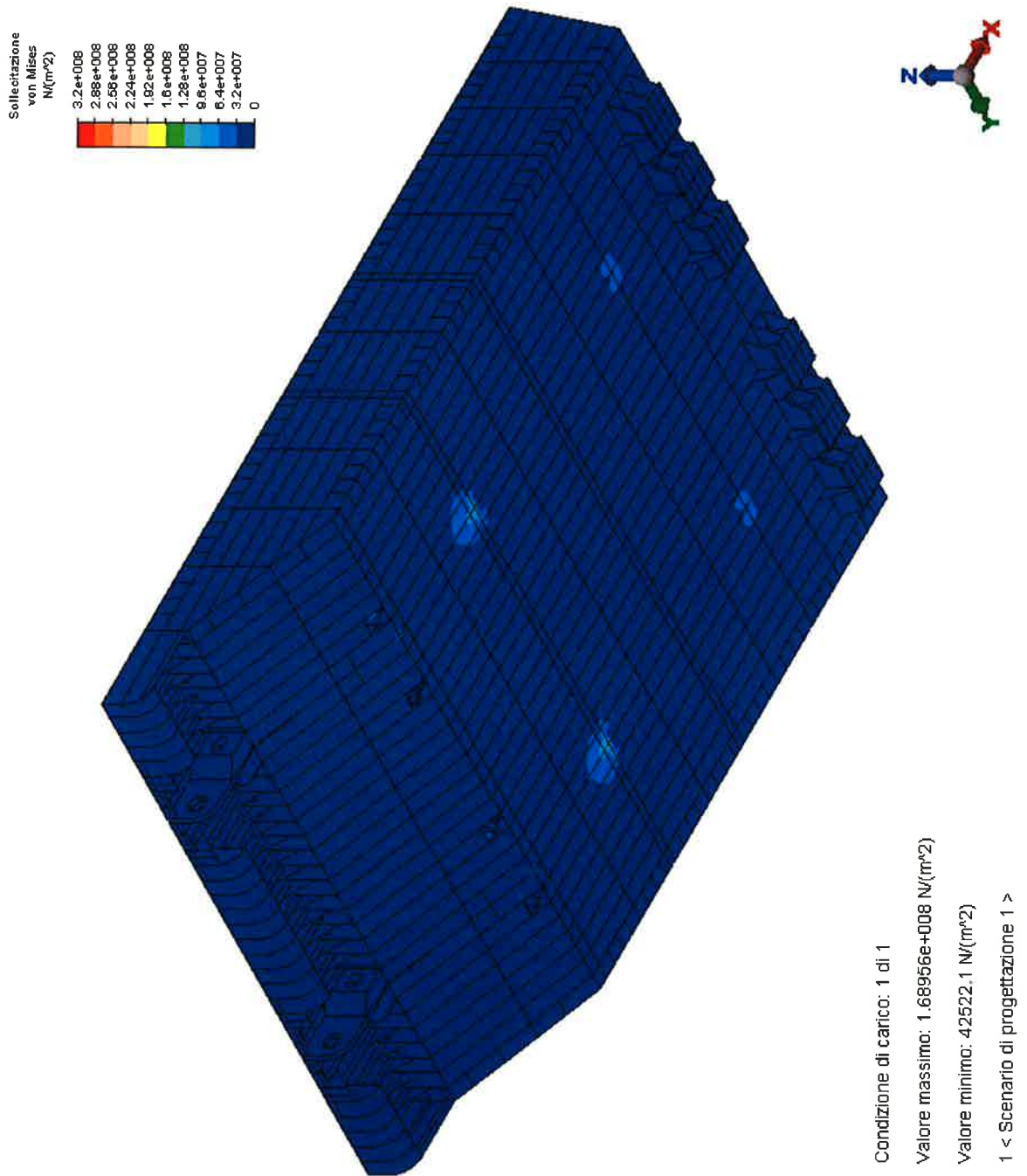
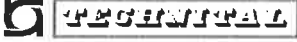


FIG. 8.38 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES – FASCIAME INFERIORE

|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 146 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

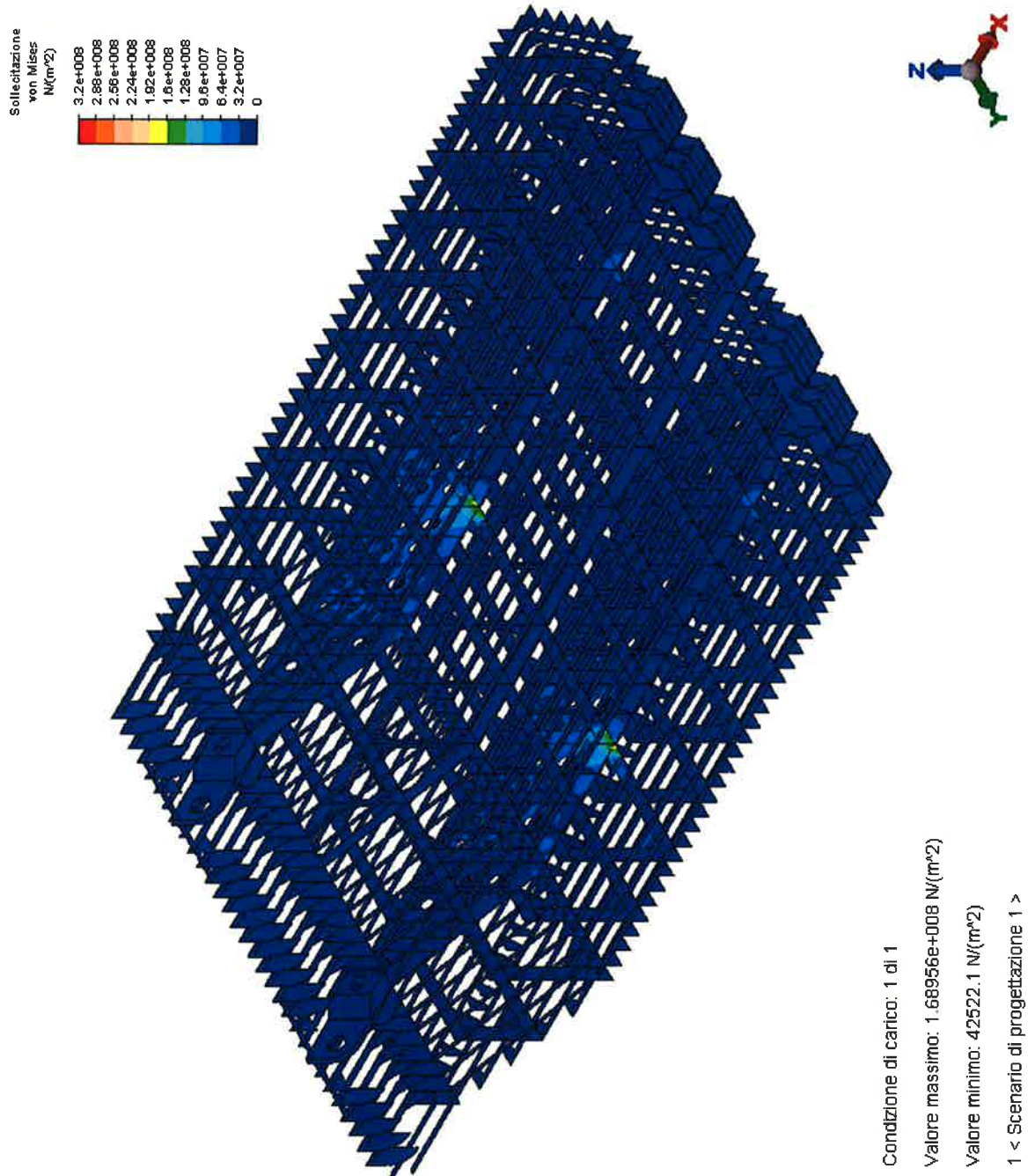



FIG. 8.39 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES - IRRIGIDIMENTI



|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  <b>TECNOFAR</b> | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 147 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

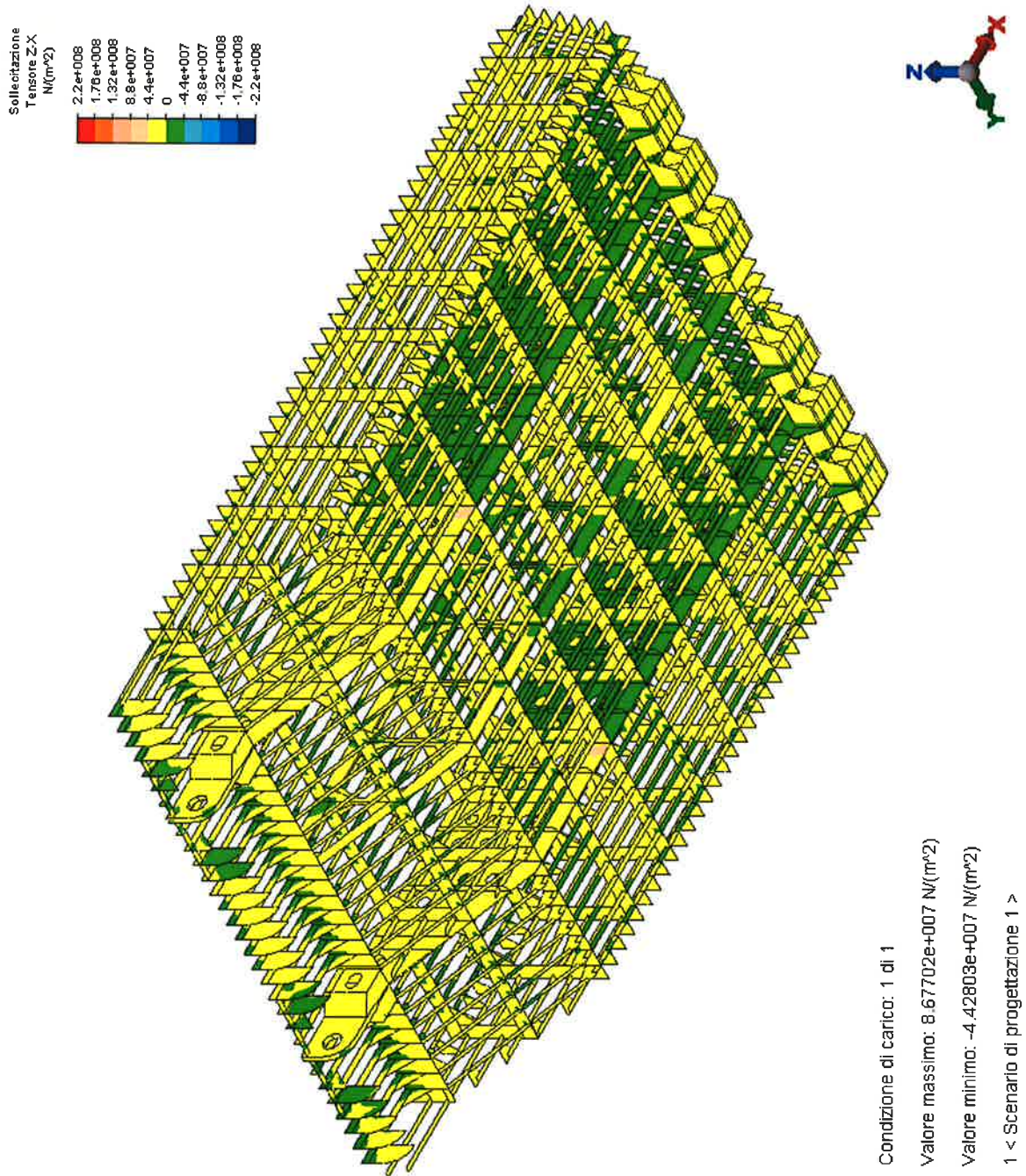


FIG. 8.40 – TAGLIO Z-X

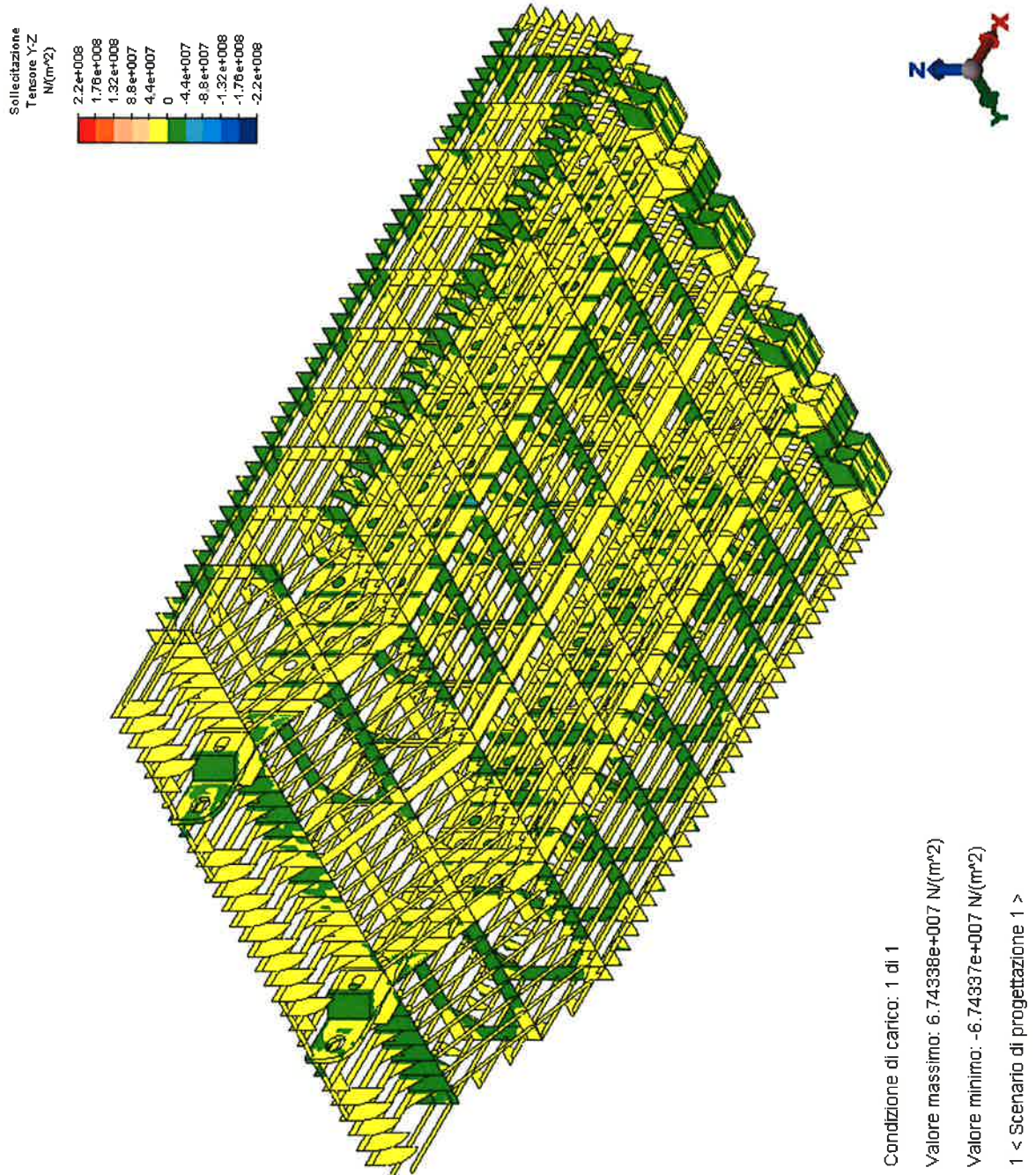
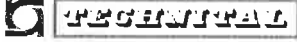


FIG. 8.41 – TAGLIO Y-Z



|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 149 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

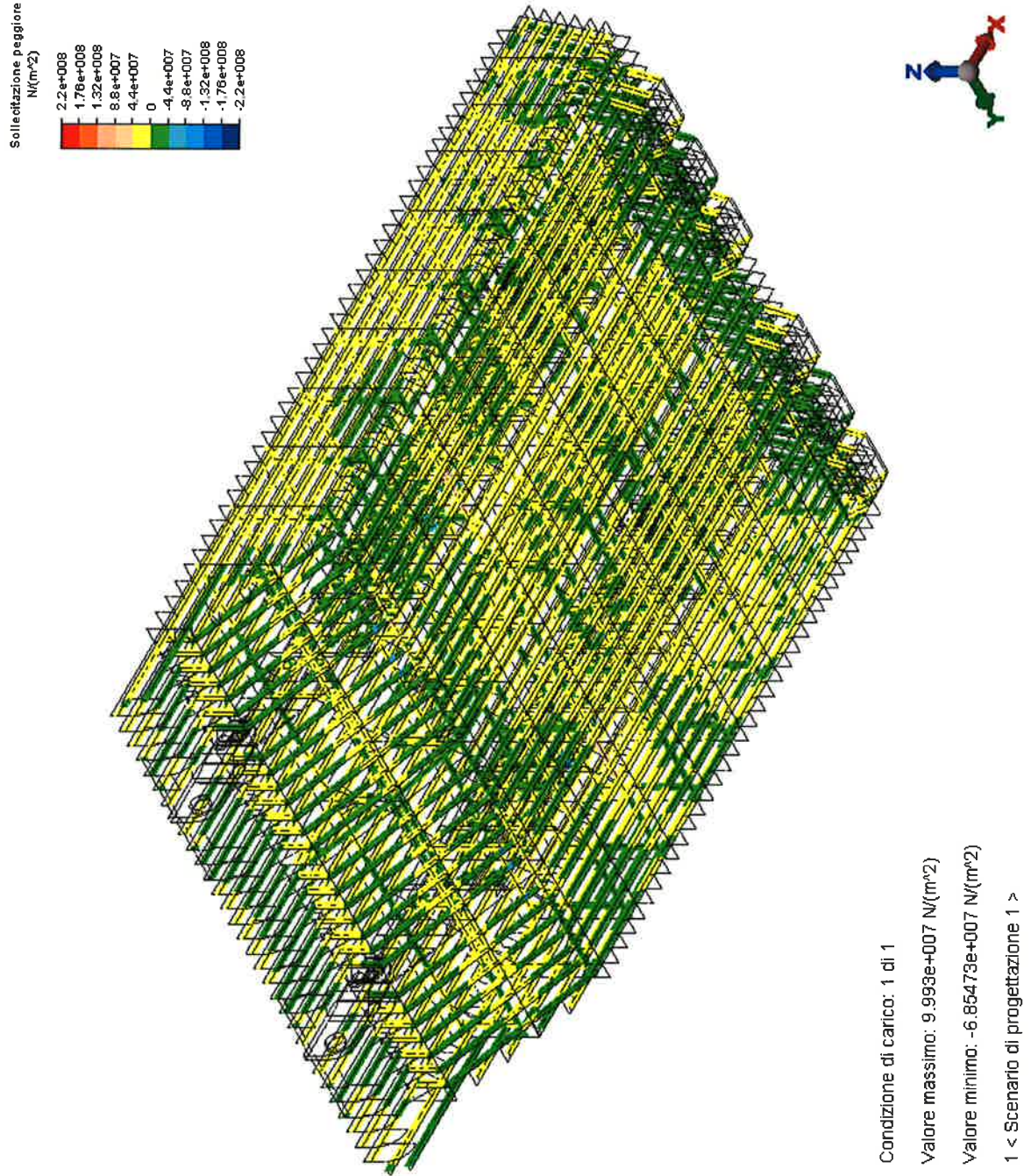
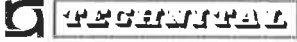


FIG. 8.42 – ELEMENTI TRAVE

|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 150 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

### 8.3.4. Condizione S.2d

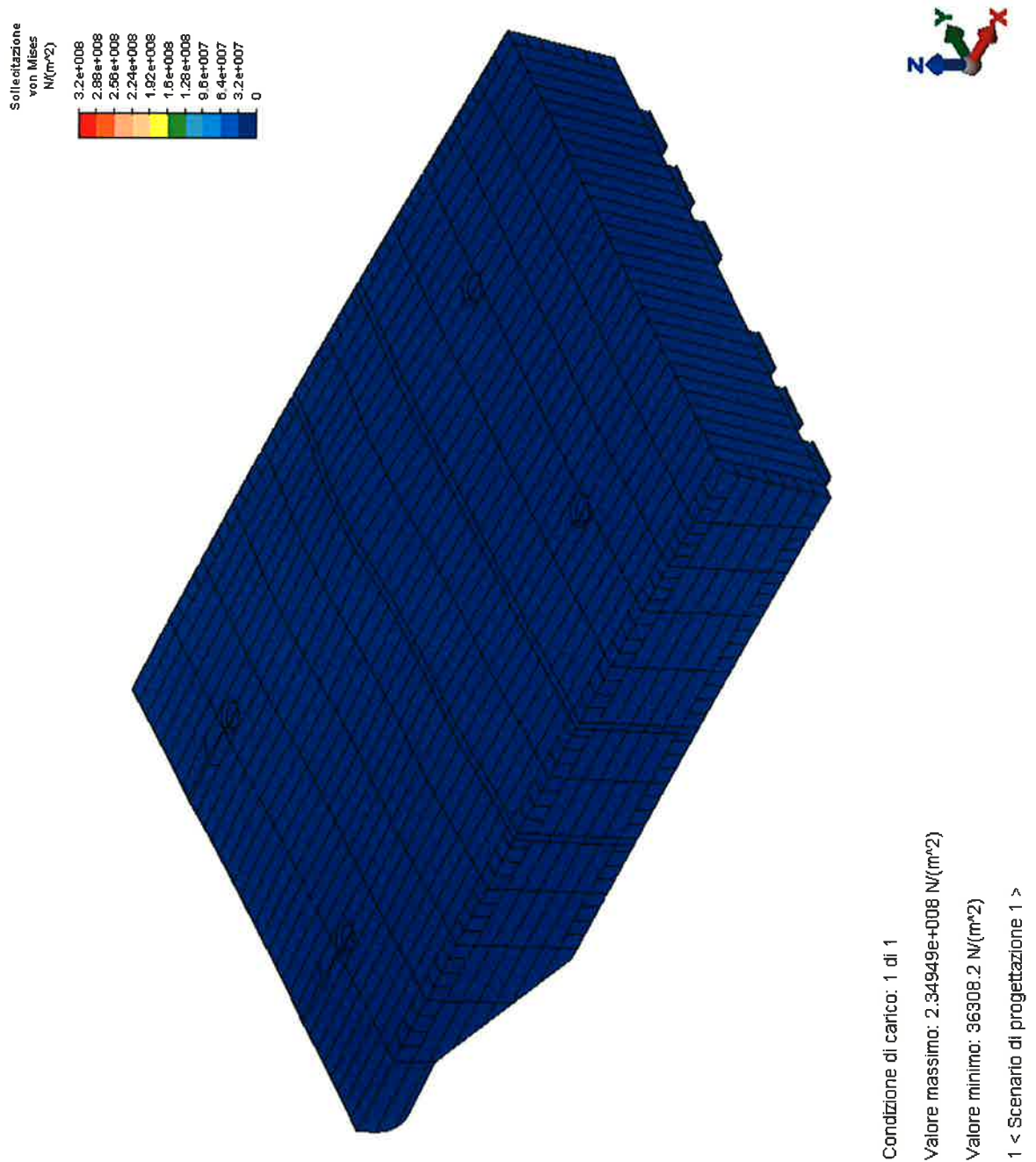



FIG. 8.43 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA – FASCIAME SUPERIORE

|   |         |                   |   |             |
|---|---------|-------------------|---|-------------|
|  <b>TECNOFAS</b> | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 151 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APOGGIO A TERRA |             |

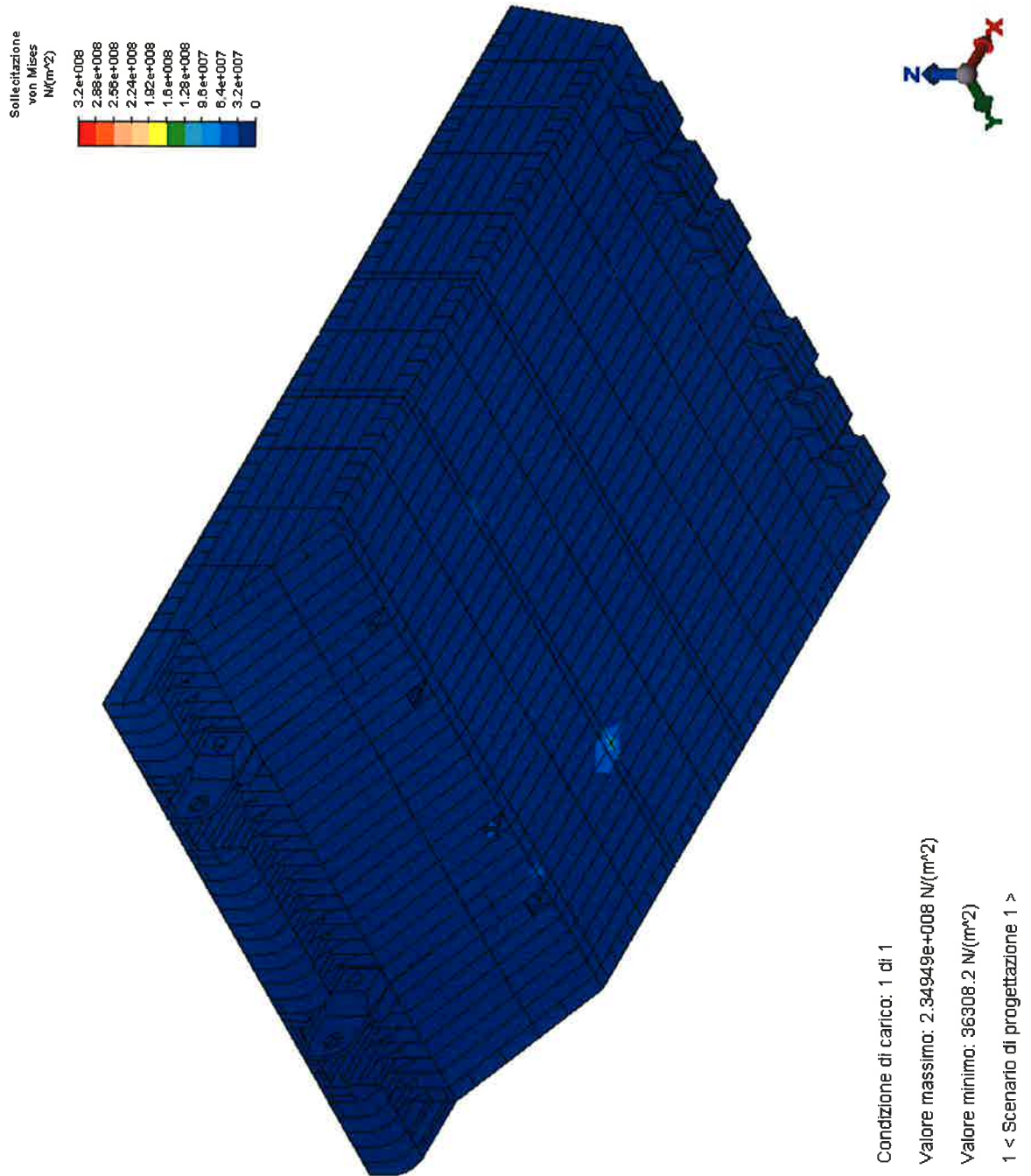
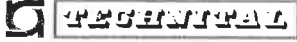


FIG. 8.44 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES – FASCIAME INFERIORE



|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 152 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

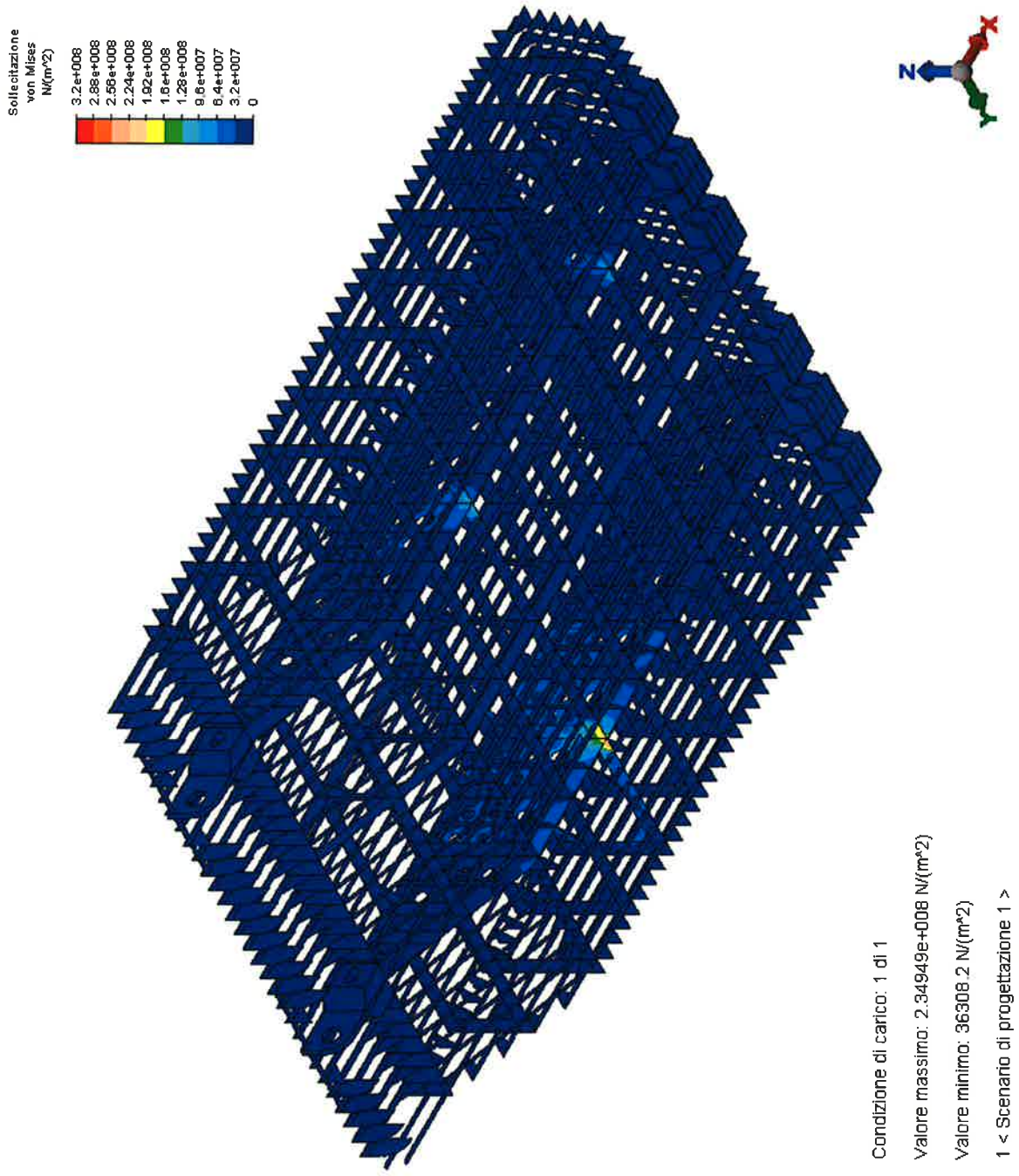



FIG. 8.45 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES - IRRIGIDIMENTI



|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 153 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

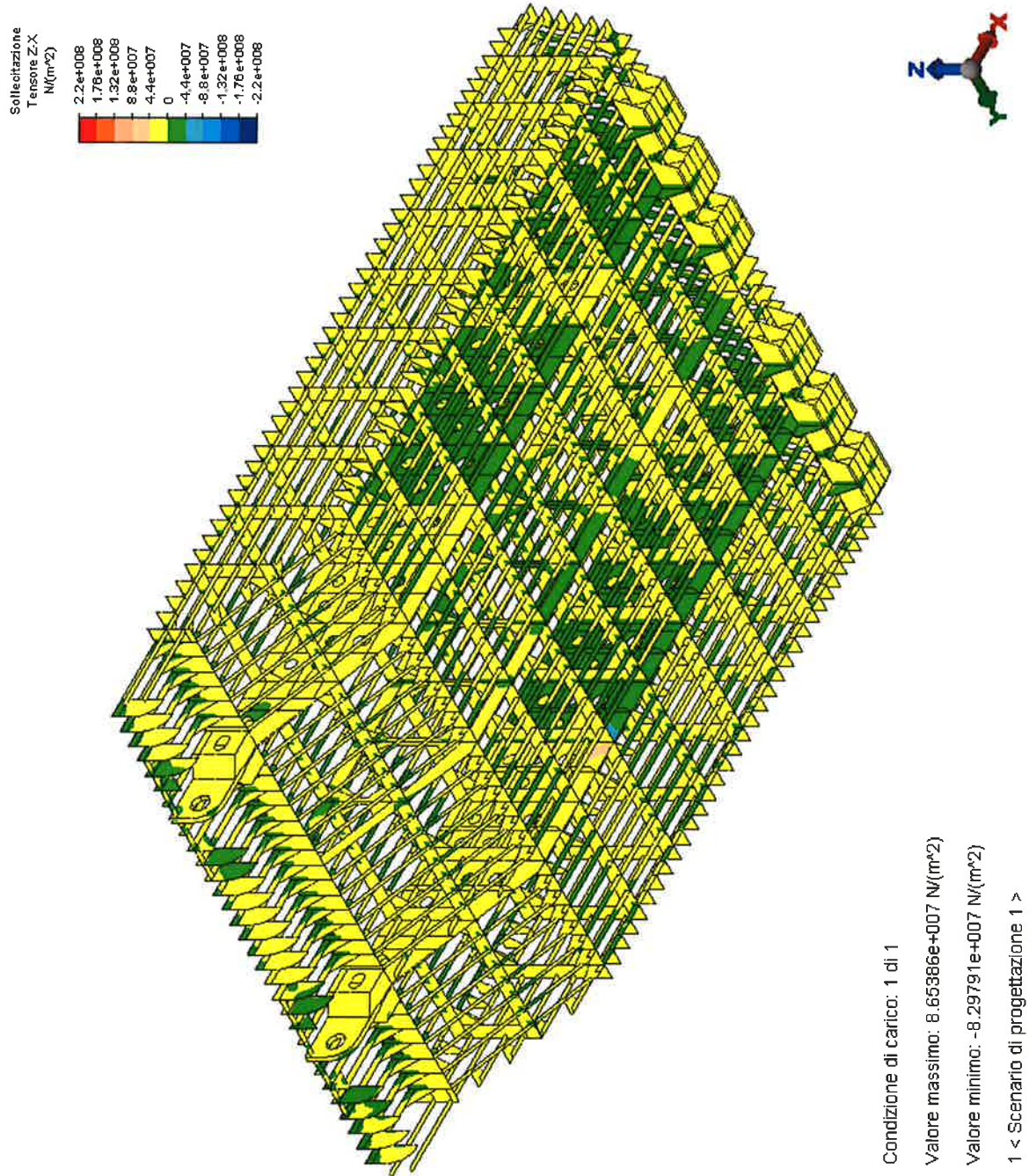


FIG. 8.46 – TAGLIO Z-X

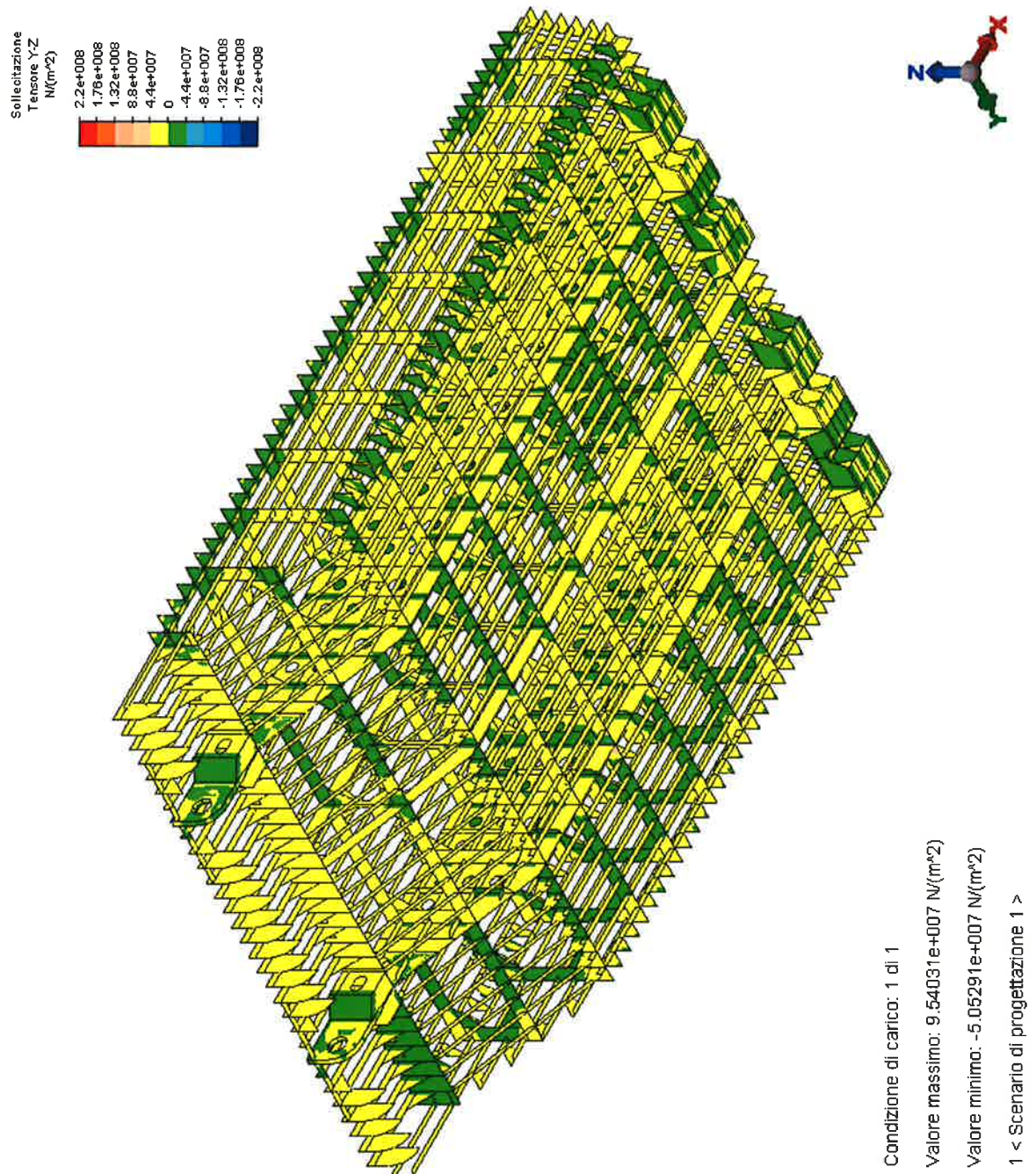



FIG. 8.47 – TAGLIO Y-Z



|  |         |                   |  |             |
|--|---------|-------------------|--|-------------|
|  <b>TECNOITAL</b> | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 155 |
|  | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

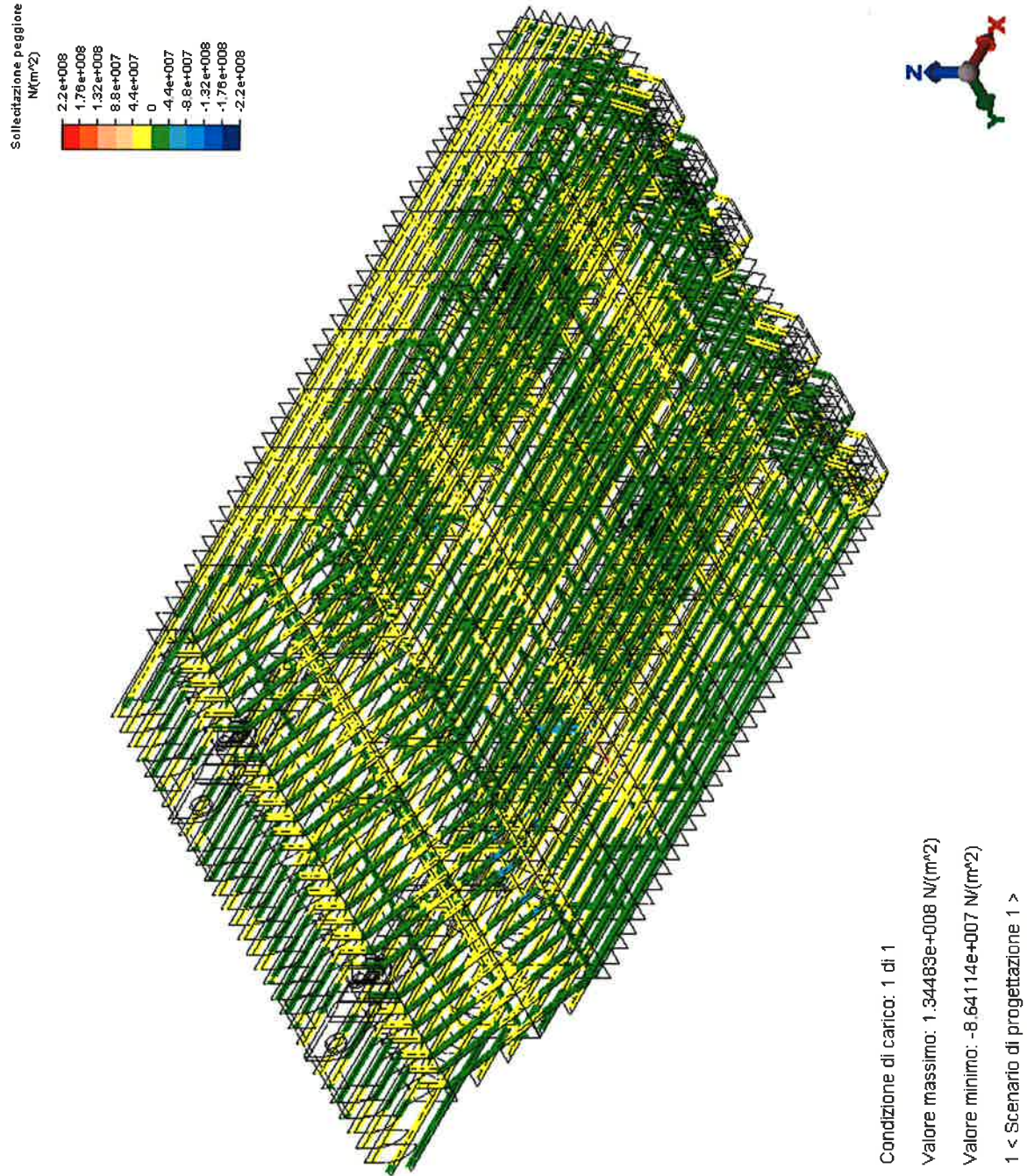
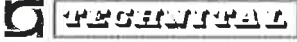


FIG. 8.48 – ELEMENTI TRAVE

|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 156 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

## 8.4. Paratoia allestita pulita senza connettori e senza supporti elastici - Schema principale – Condizioni S.3

### 8.4.1. Condizione S.3a

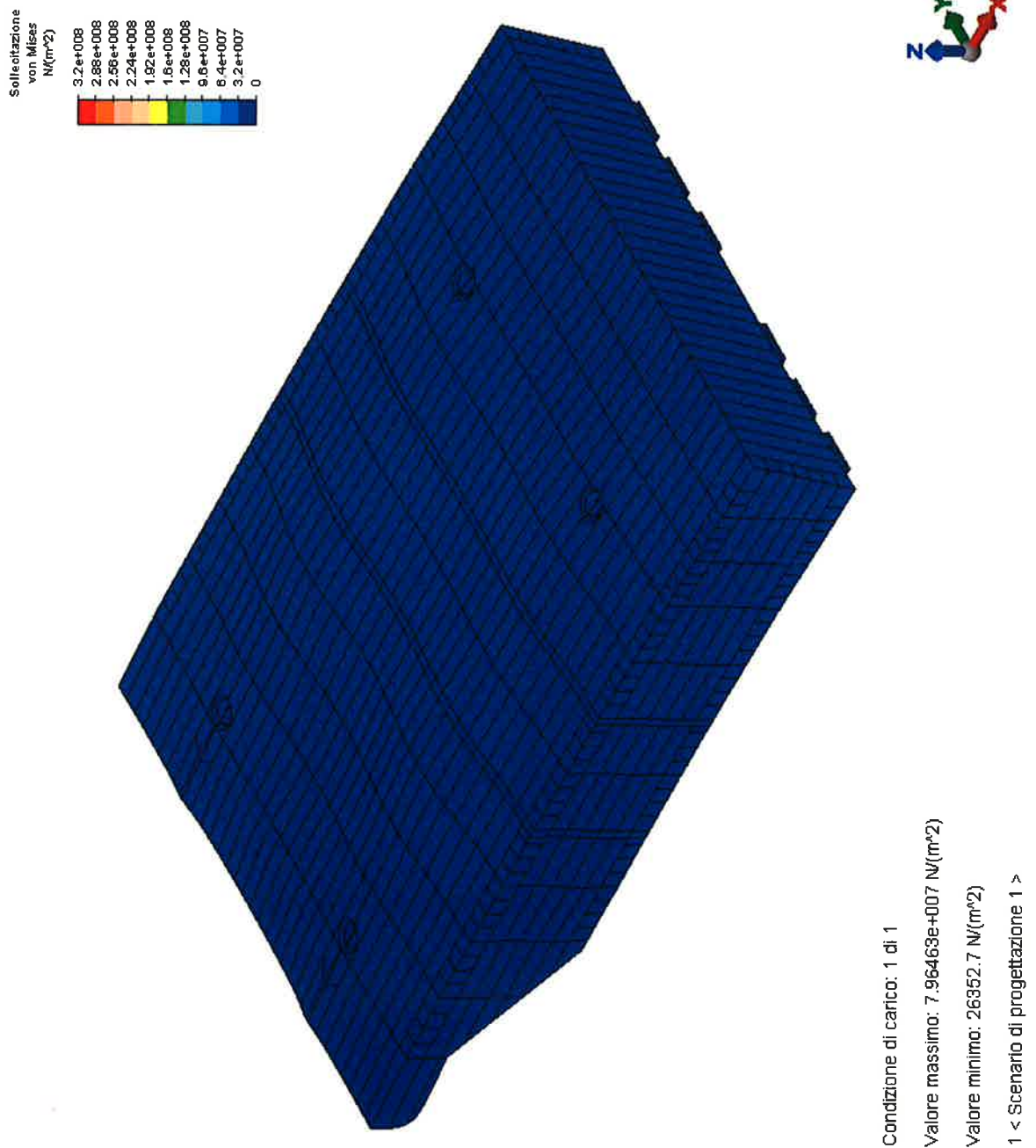
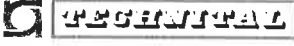


FIG. 8.49 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA – FASCIAME SUPERIORE



|   |         |                   |   |             |
|---|---------|-------------------|---|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 157 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

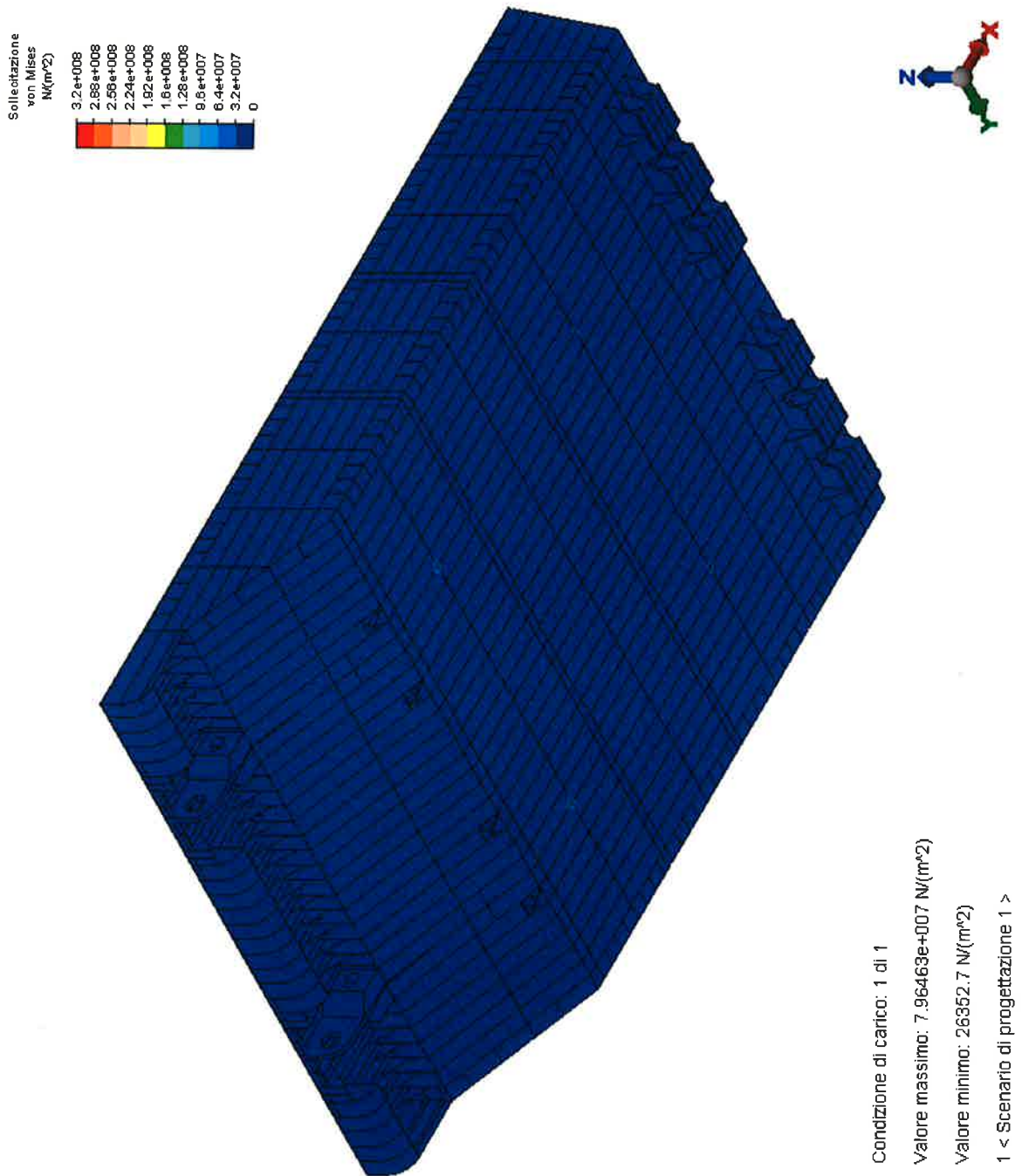


FIG. 8.50 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES – FASCIAME INFERIORE

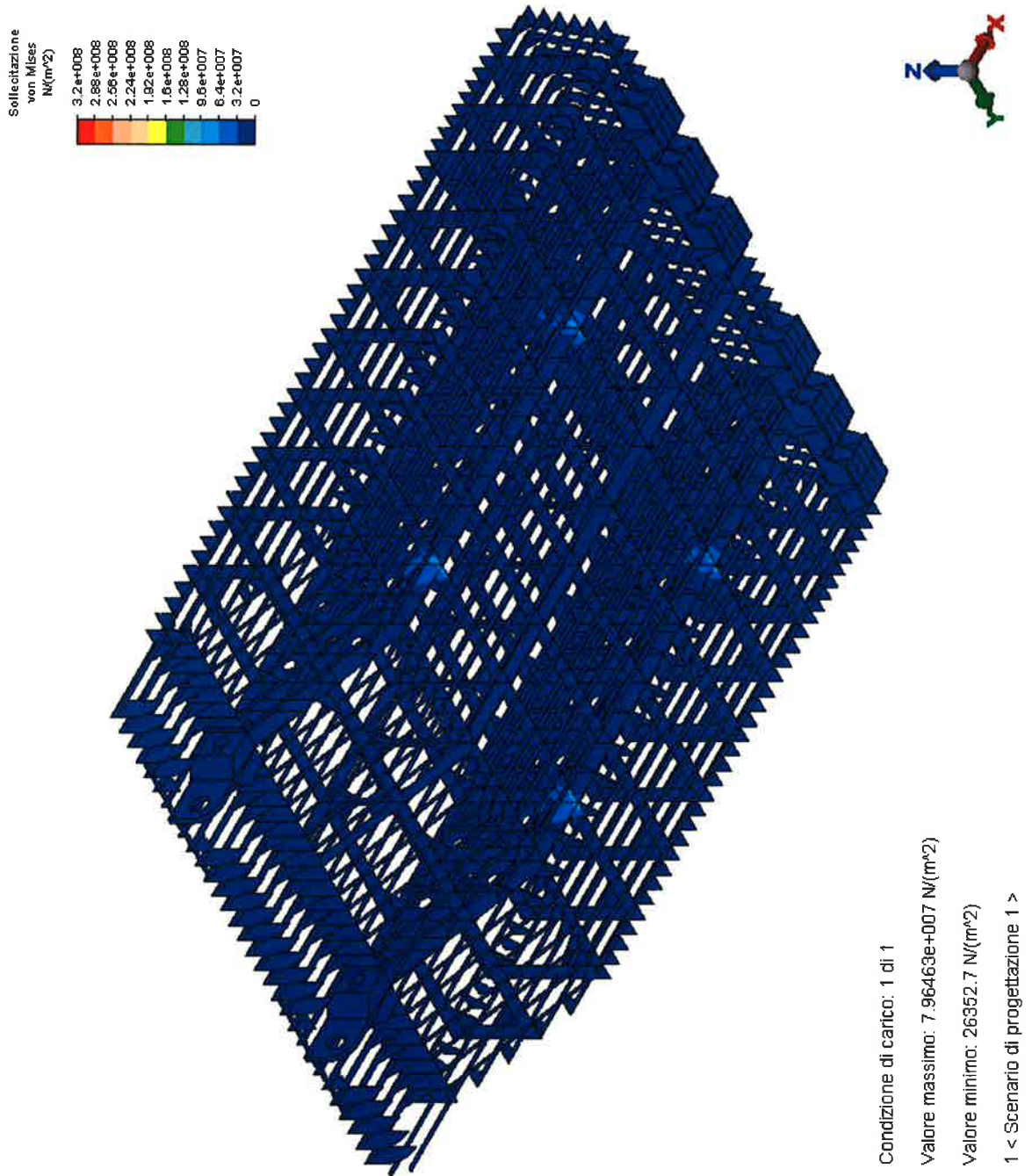
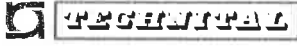


FIG. 8.51 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES - IRRIGIDIMENTI



|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 159 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

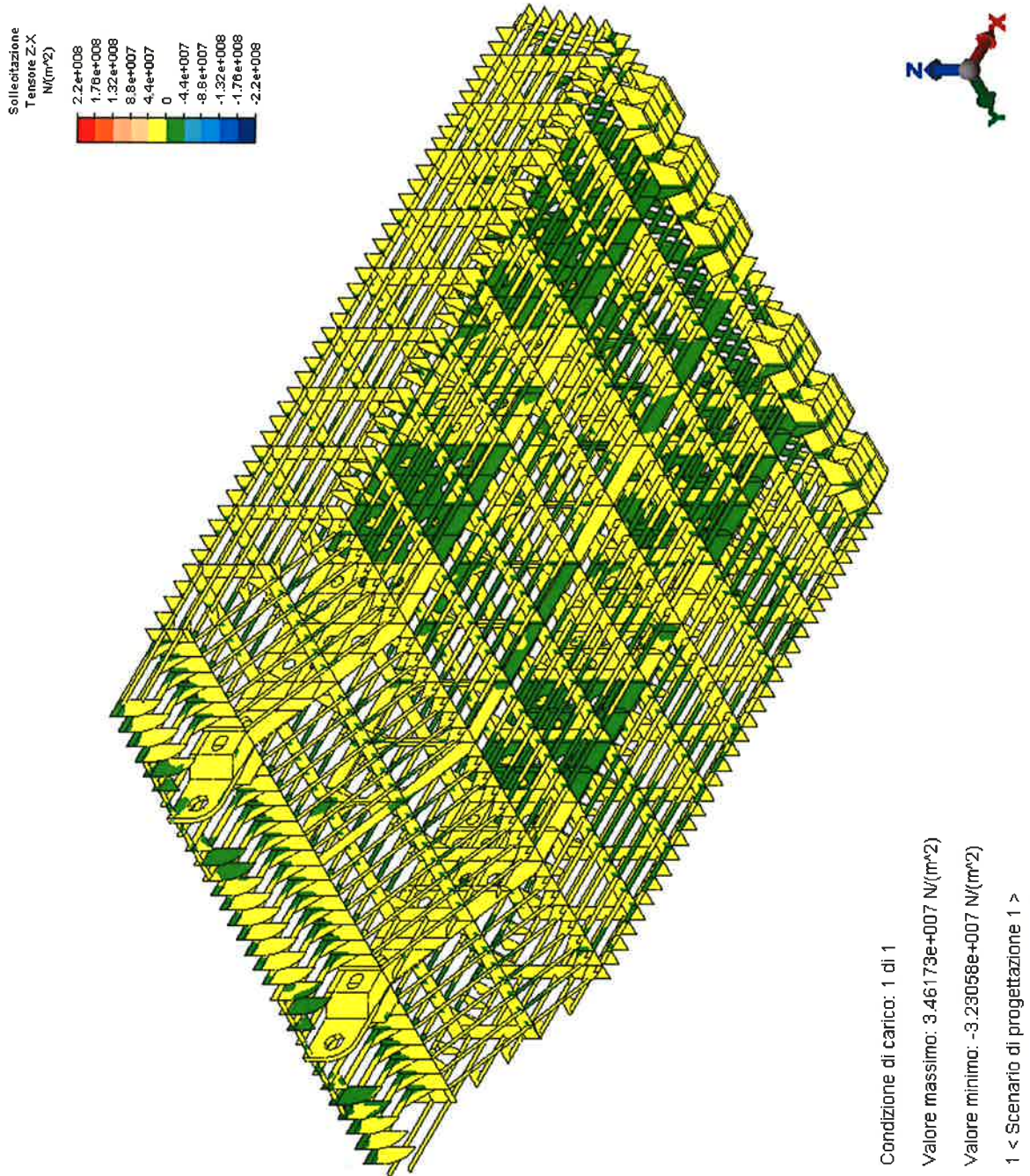



FIG. 8.52 – TAGLIO Z-X

|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  <b>INGEGNERIA</b> | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 160 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

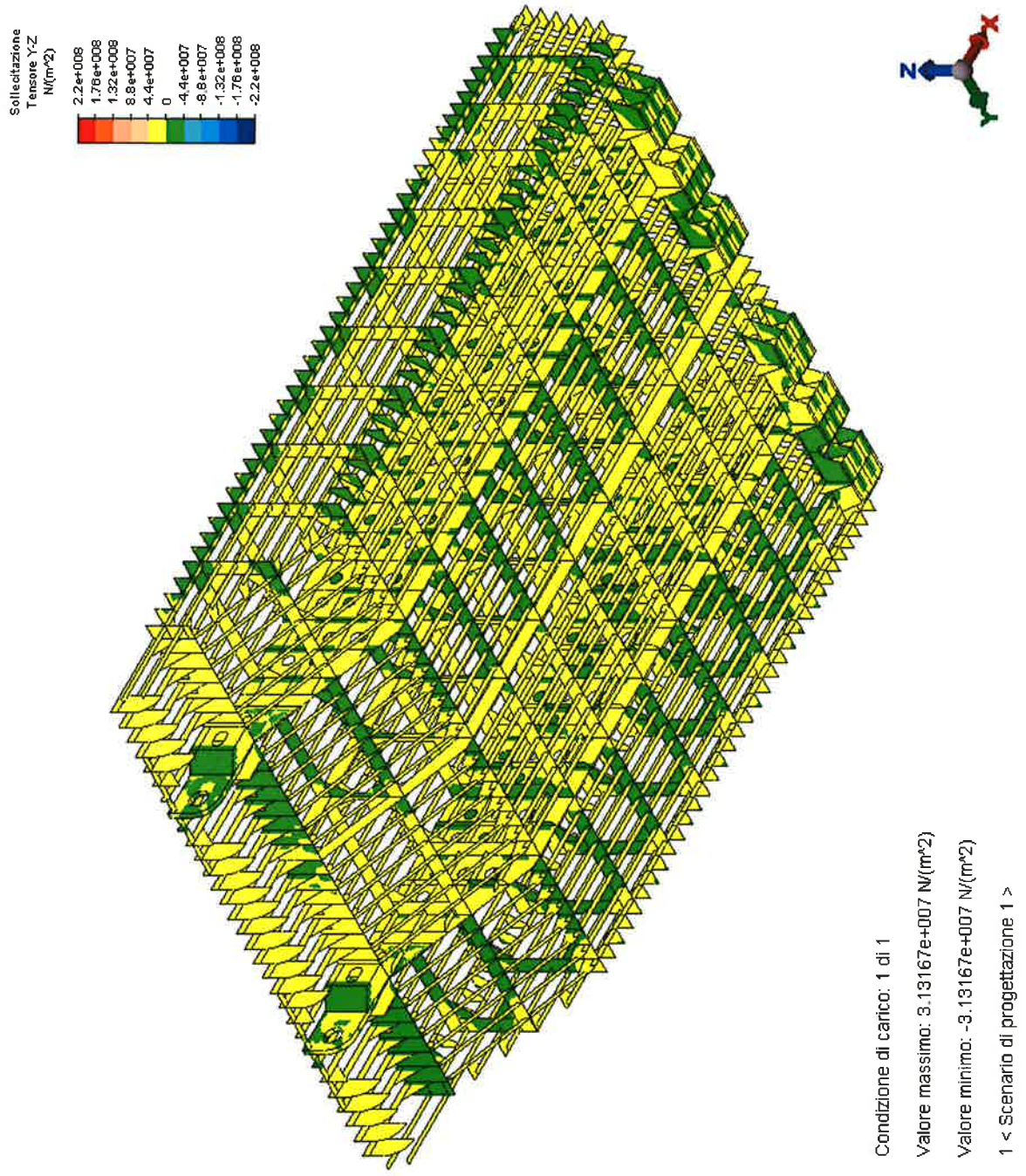


FIG. 8.53 – TAGLIO Y-Z



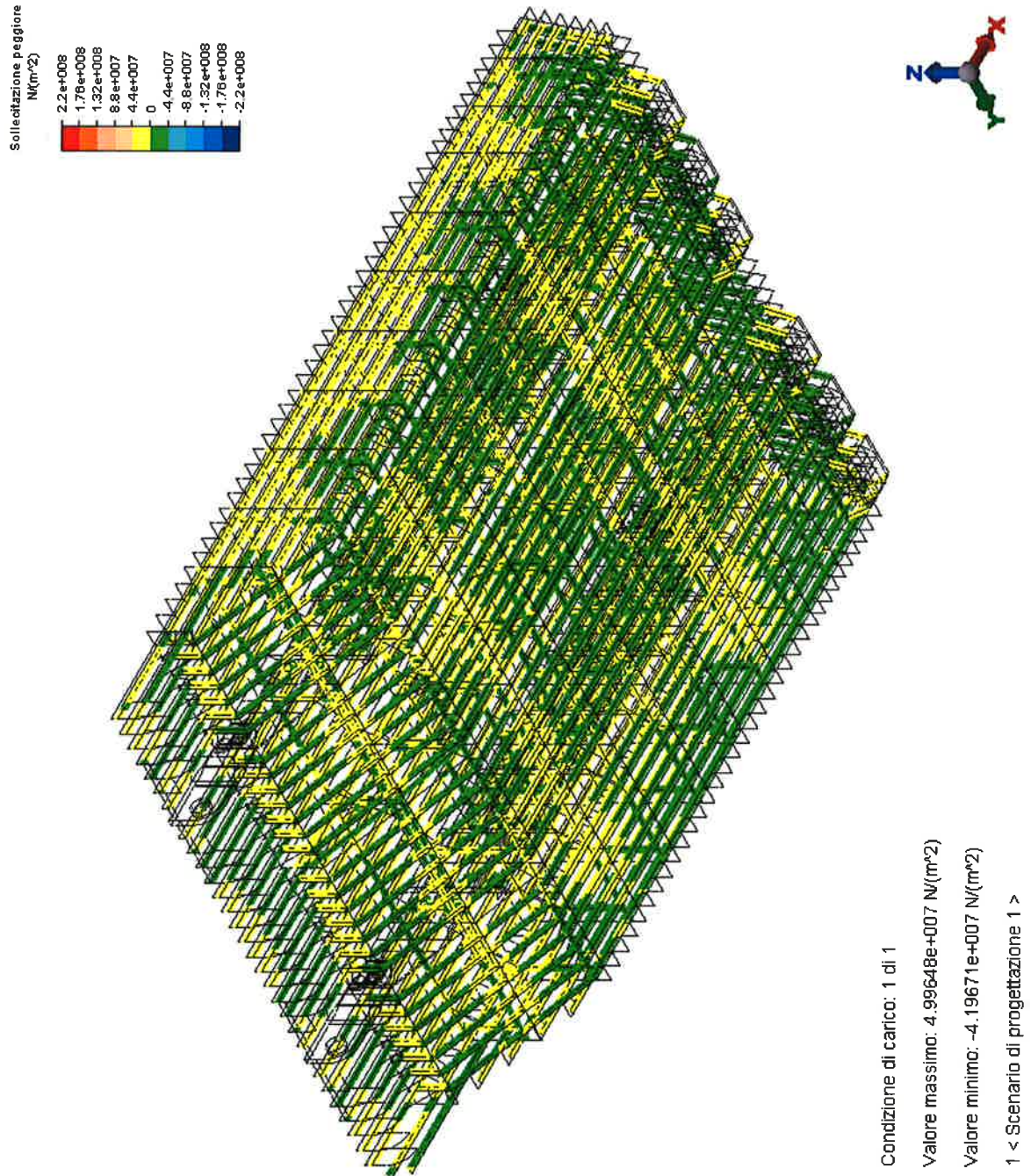
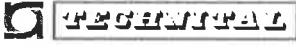
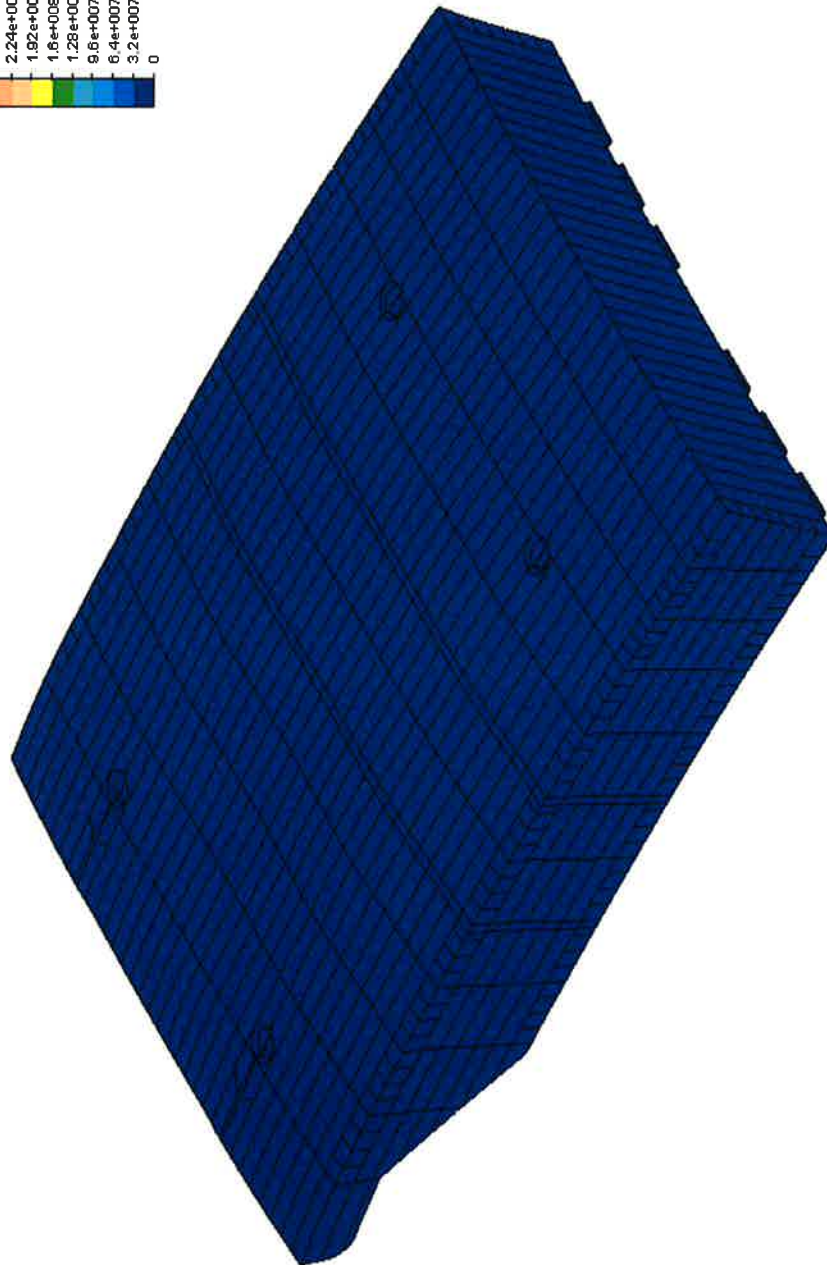
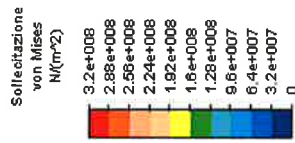


FIG. 8.54 – ELEMENTI TRAVE


|   |         |                   |   |             |
|---|---------|-------------------|---|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 162 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

8.4.2. Condizione S.3b



Condizione di carico: 1 di 1  
 Valore massimo: 8.74874e+007  $N/(m^2)$   
 Valore minimo: 27236.3  $N/(m^2)$   
 1 < Scenario di progettazione 1 >

FIG. 8.55 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA – FASCIAME SUPERIORE

|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 163 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

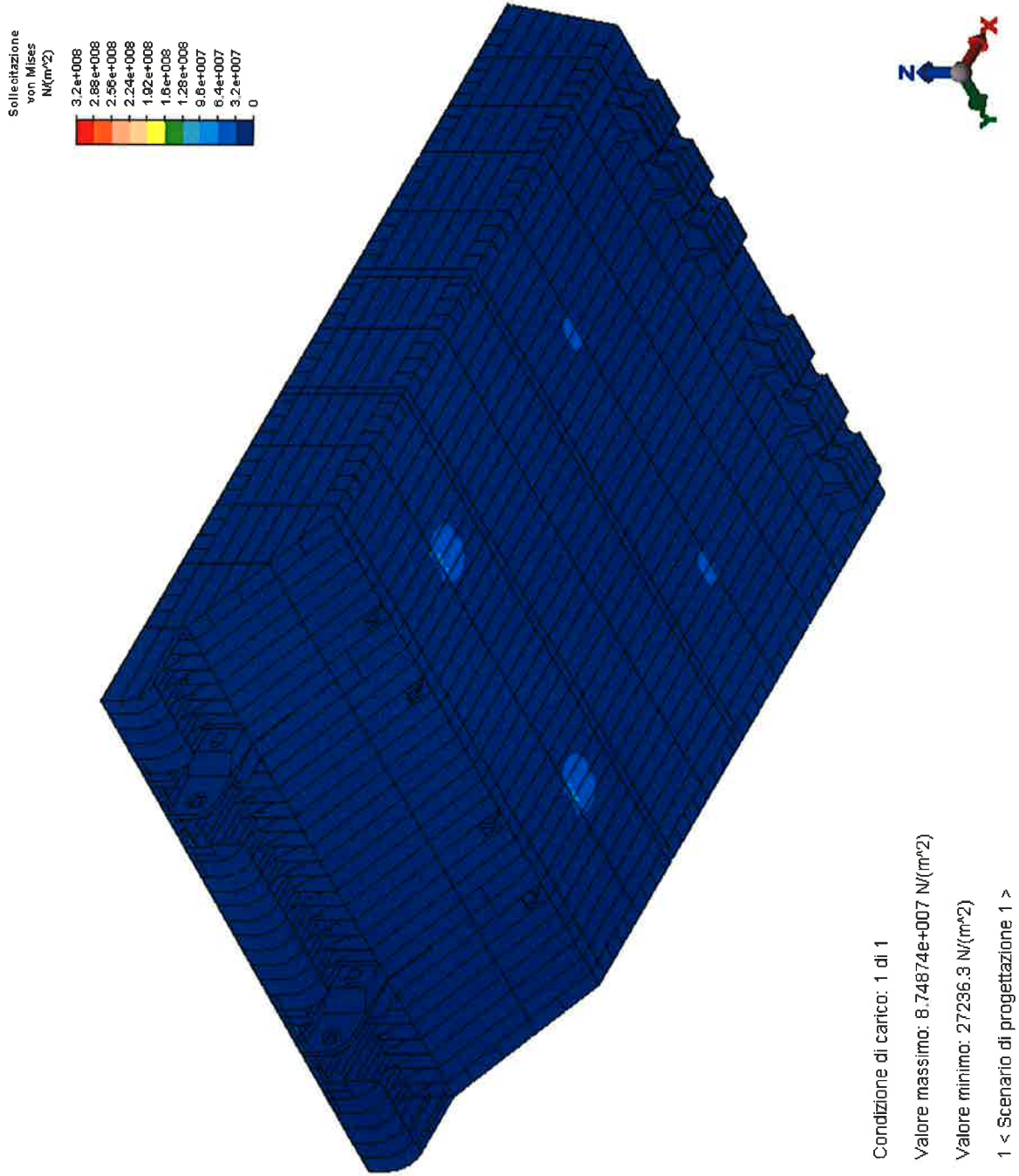



FIG. 8.56 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES – FASCIAME INFERIORE



|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  <b>TECNOFERRA</b> | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 164 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

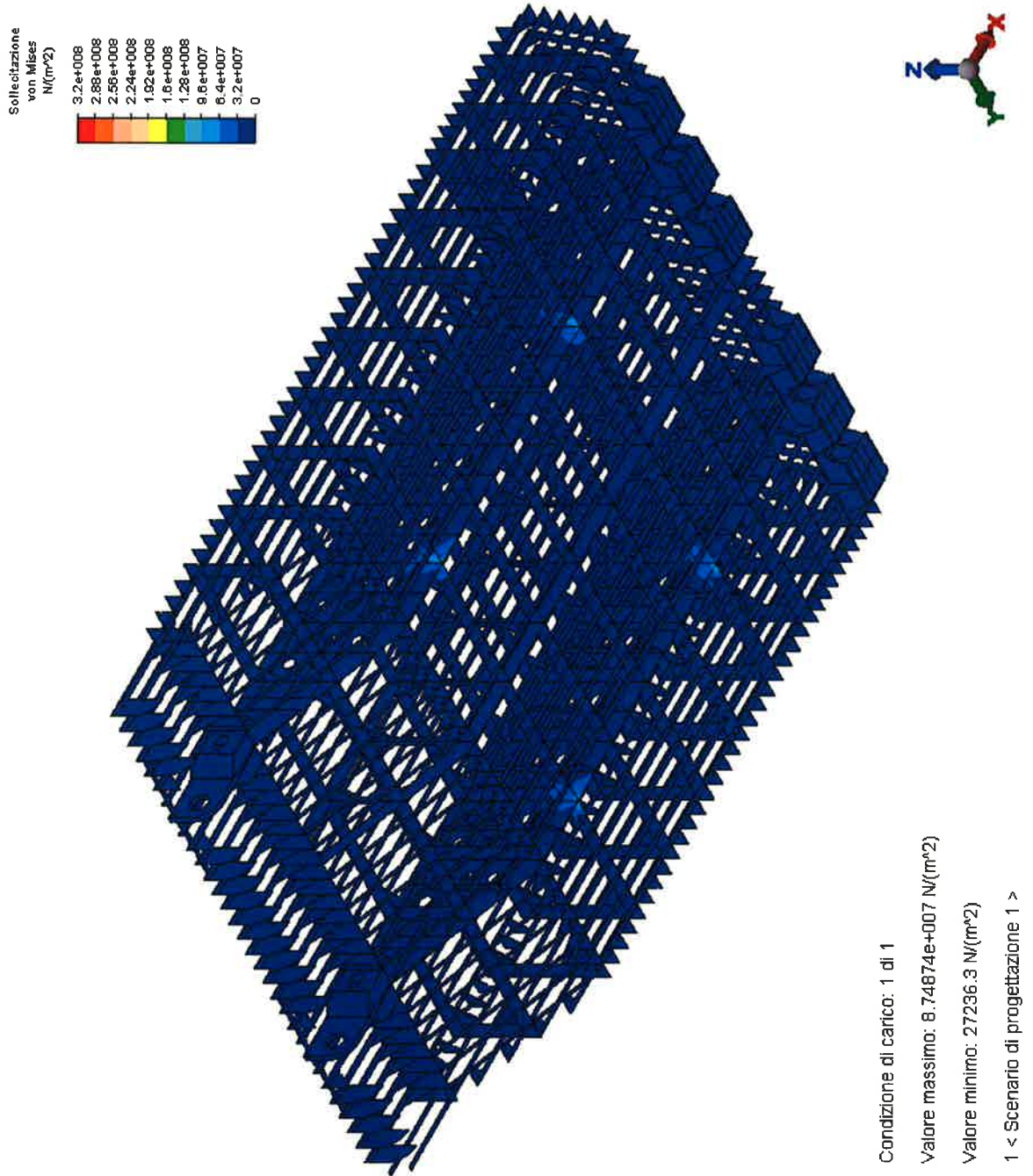
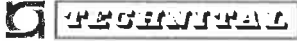


FIG. 8.57 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES – IRRIGIDIMENTI



|   |         |                   |   |             |
|---|---------|-------------------|---|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 165 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APOGGIO A TERRA |             |

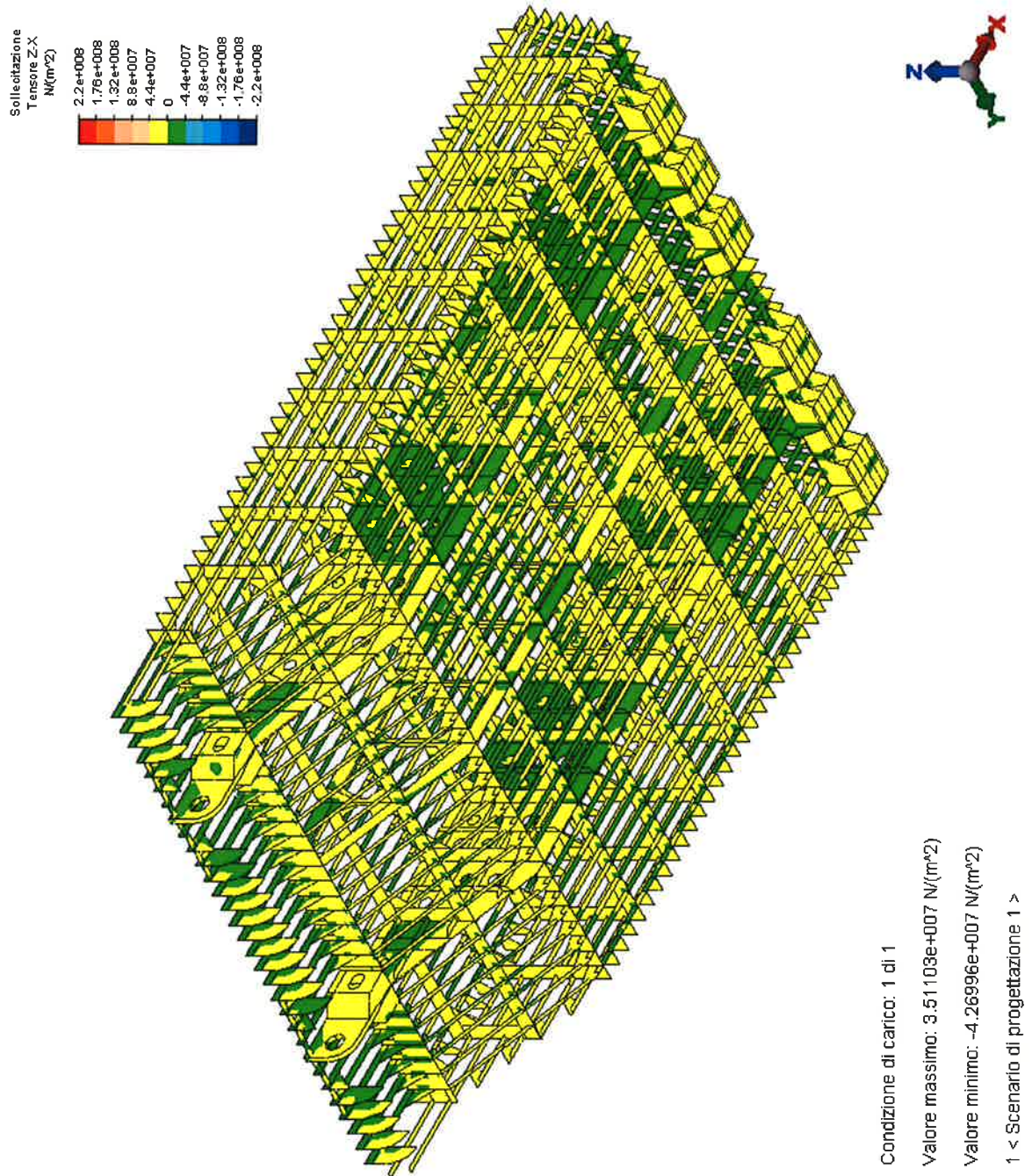



FIG. 8.58 – TAGLIO Z-X

|  |         |                   |  |             |
|--|---------|-------------------|--|-------------|
|  <b>TECNOITAL</b> | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 166 |
|  | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

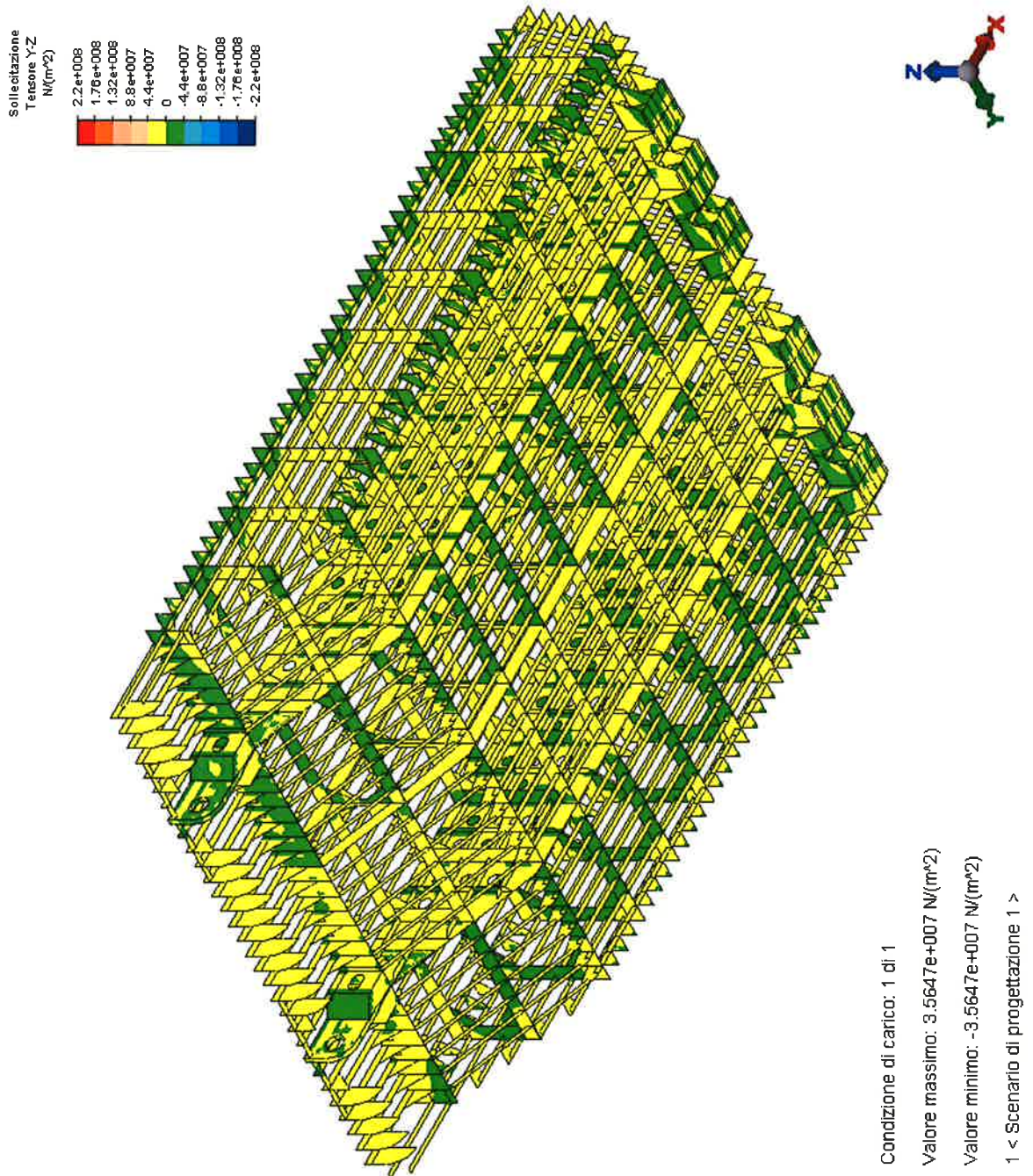


FIG. 8.59 – TAGLIO Y-Z



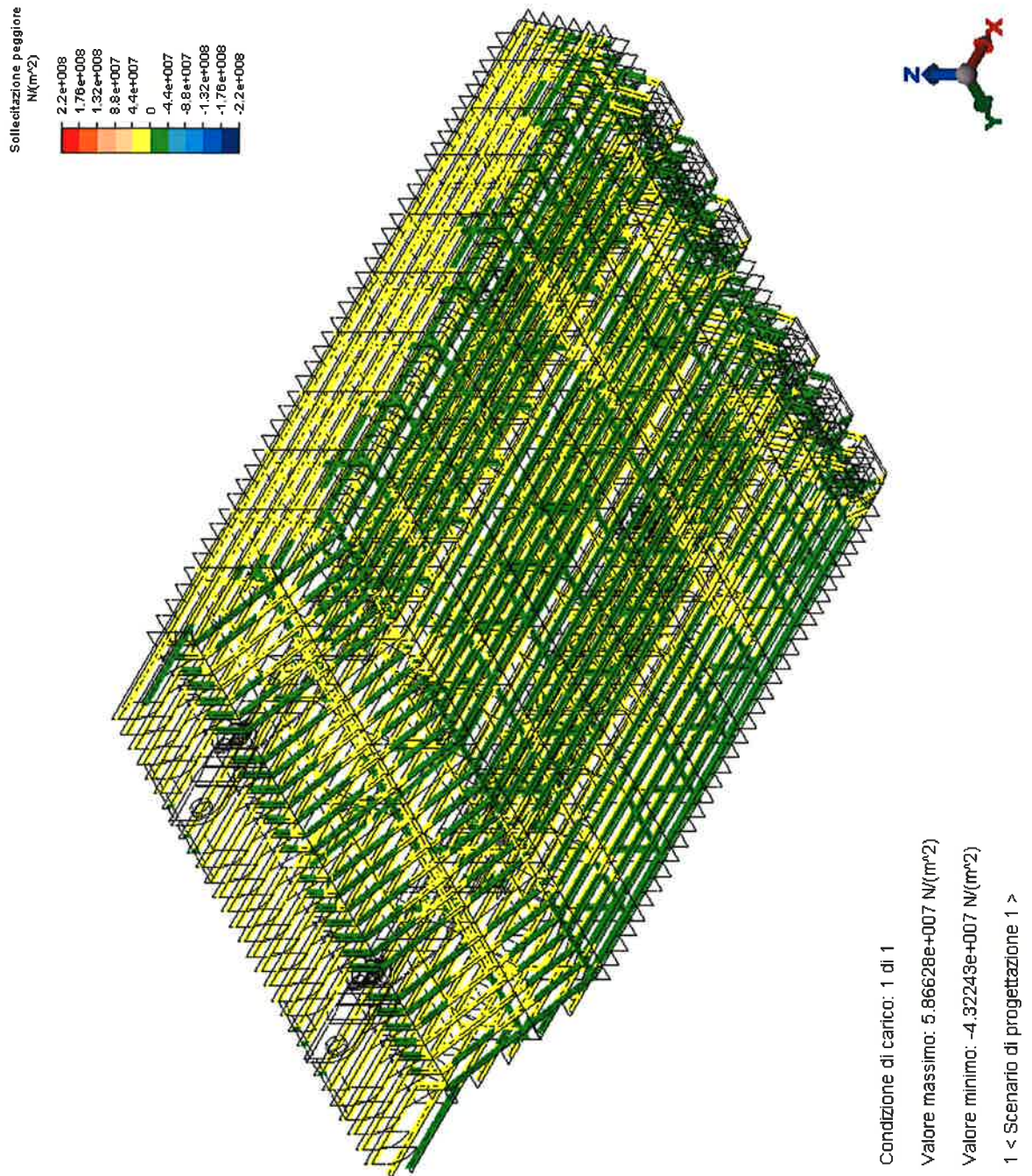

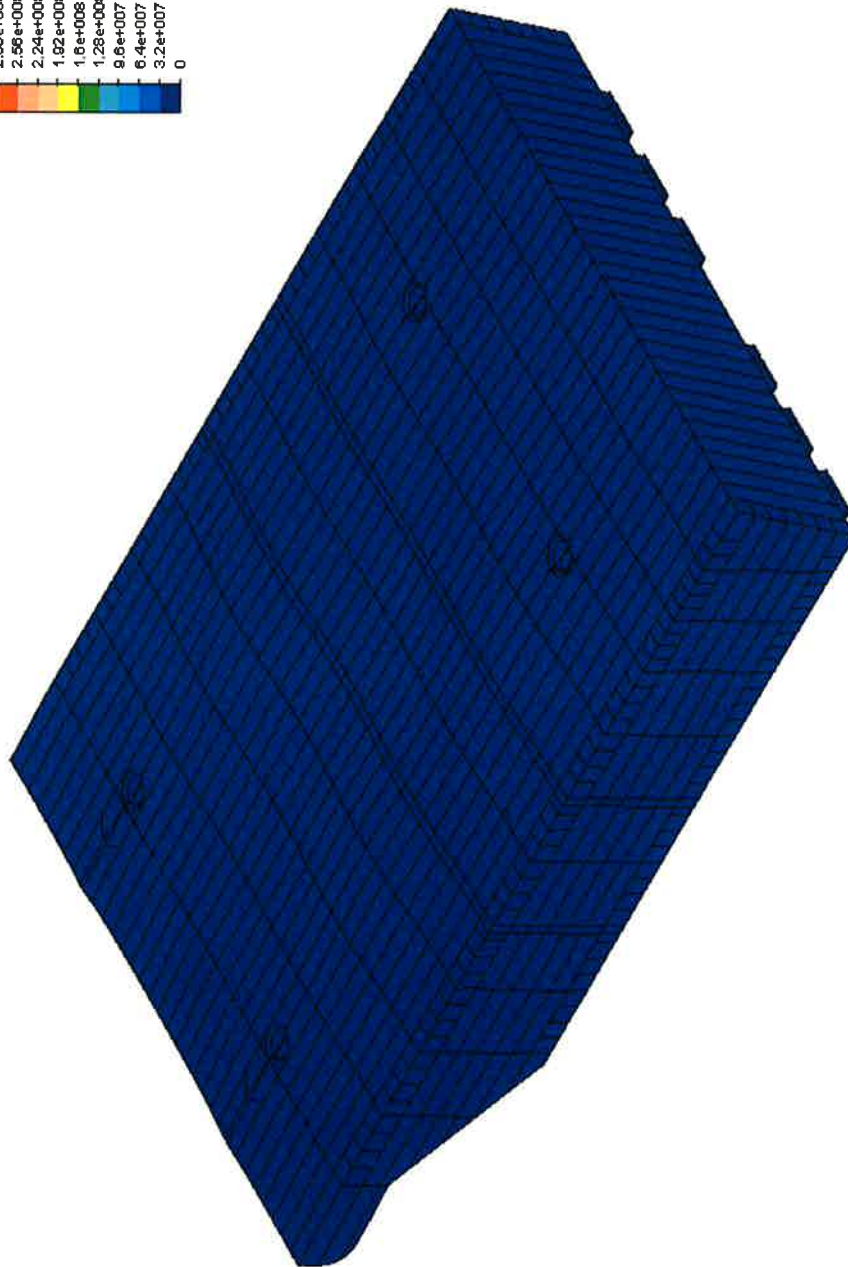
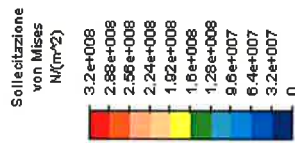


FIG. 8.60 – ELEMENTI TRAVE

|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 168 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APOGGIO A TERRA |             |


### 8.4.3. Condizione S.3c



Condizione di carico: 1 di 1  
 Valore massimo: 8.66648e+007  $N/(m^2)$   
 Valore minimo: 18261.1  $N/(m^2)$   
 1 < Scenario di progettazione 1 >

FIG. 8.61 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA – FASCIAME SUPERIORE



|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  <b>TECNOLOGIA</b> | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 169 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

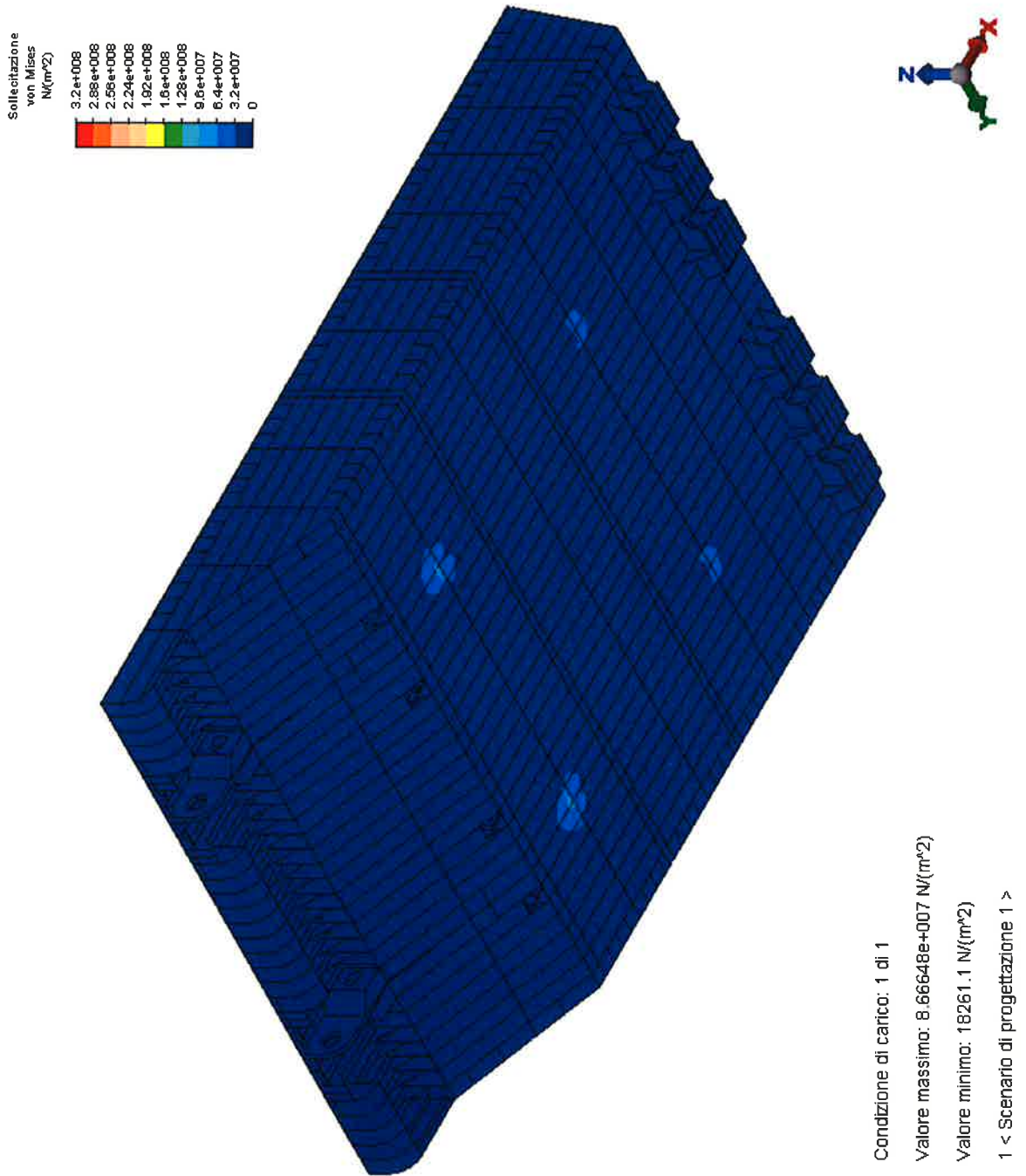



FIG. 8.62 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES – FASCIAME INFERIORE

|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 170 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

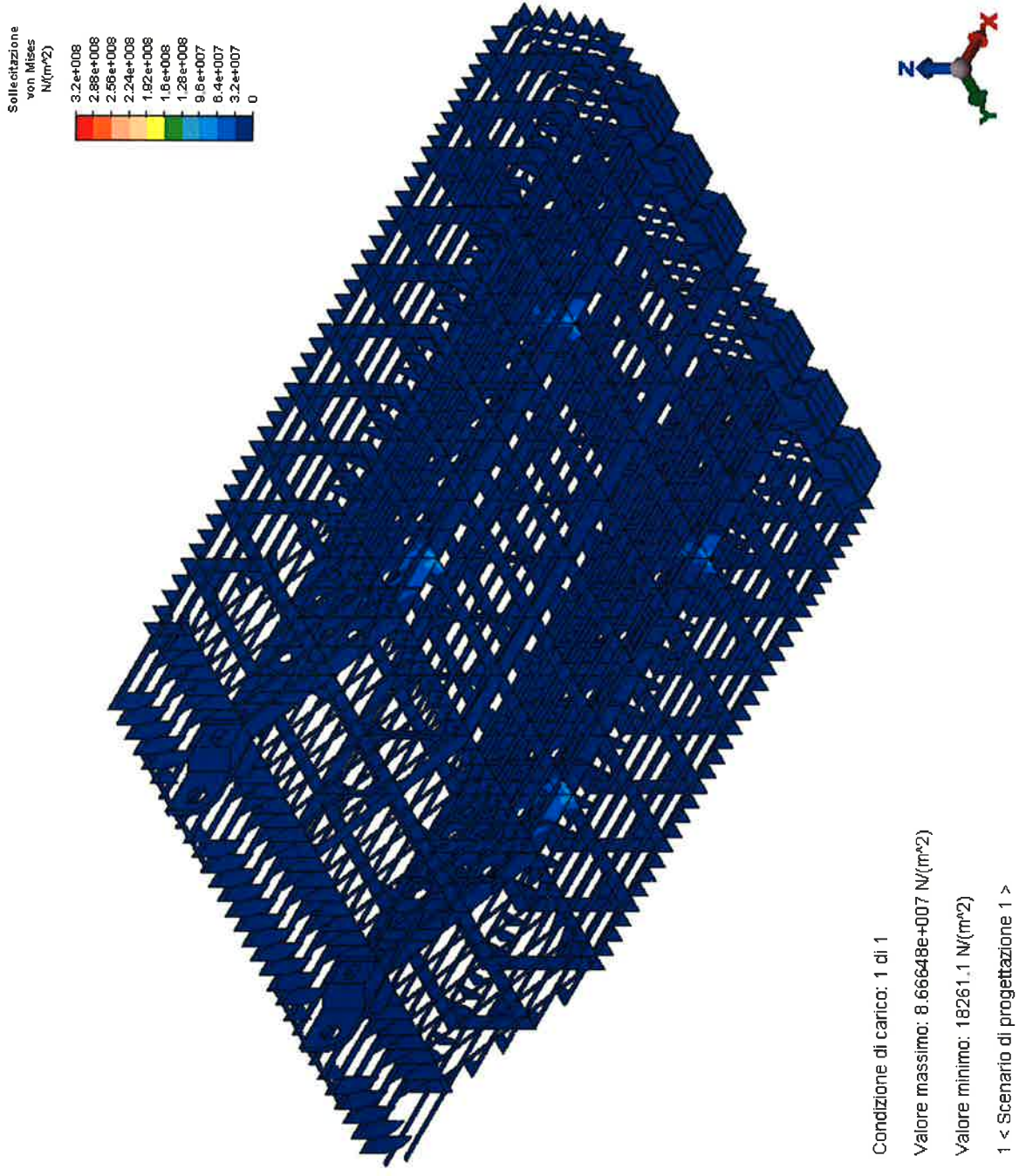


FIG. 8.63 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES - IRRIGIDIMENTI



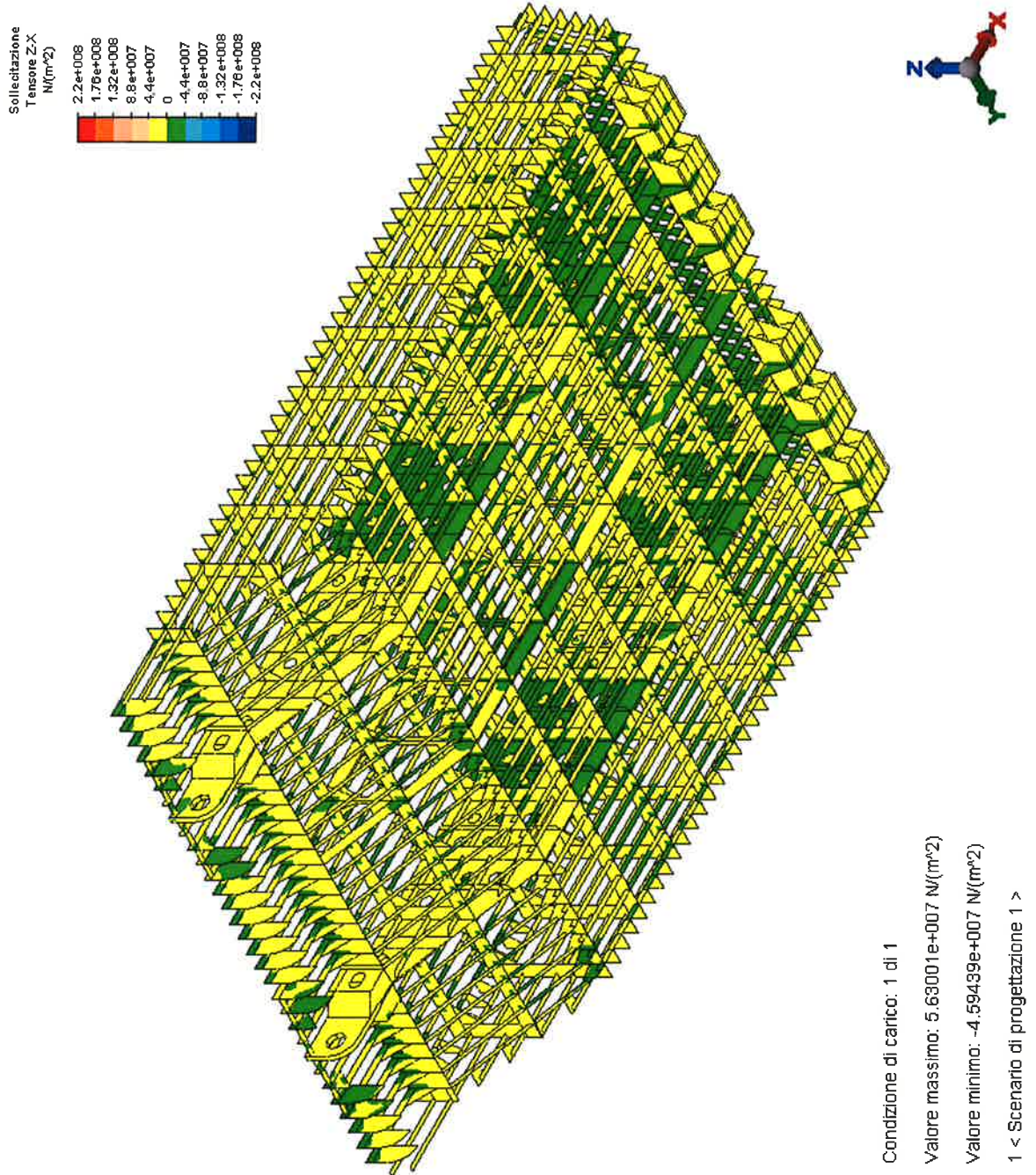



FIG. 8.64 – TAGLIO Z-X

|  |         |                   |  |             |
|--|---------|-------------------|--|-------------|
|  <b>TECNOITAL</b> | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 172 |
|  | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

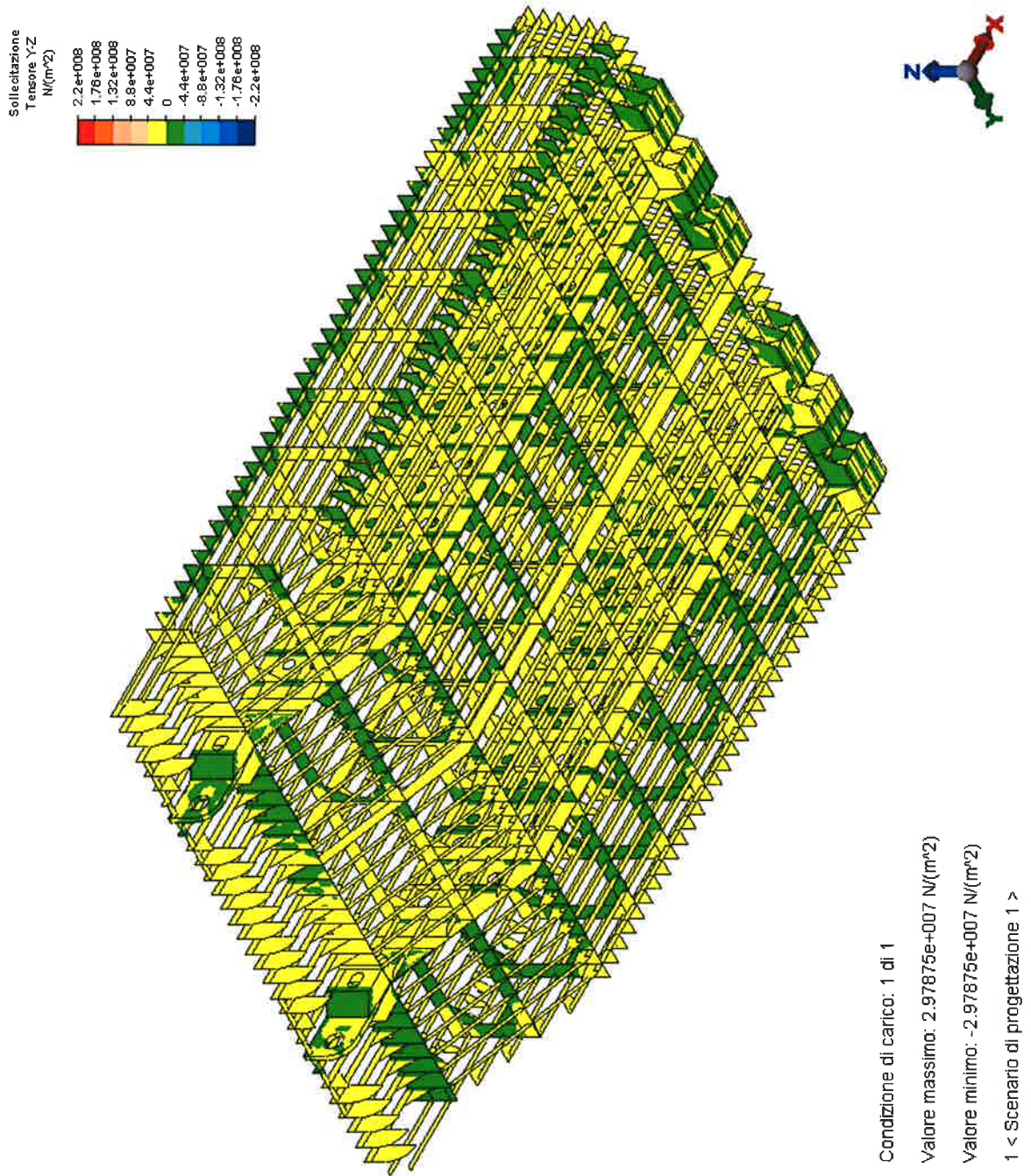


FIG. 8.65 – TAGLIO Y-Z



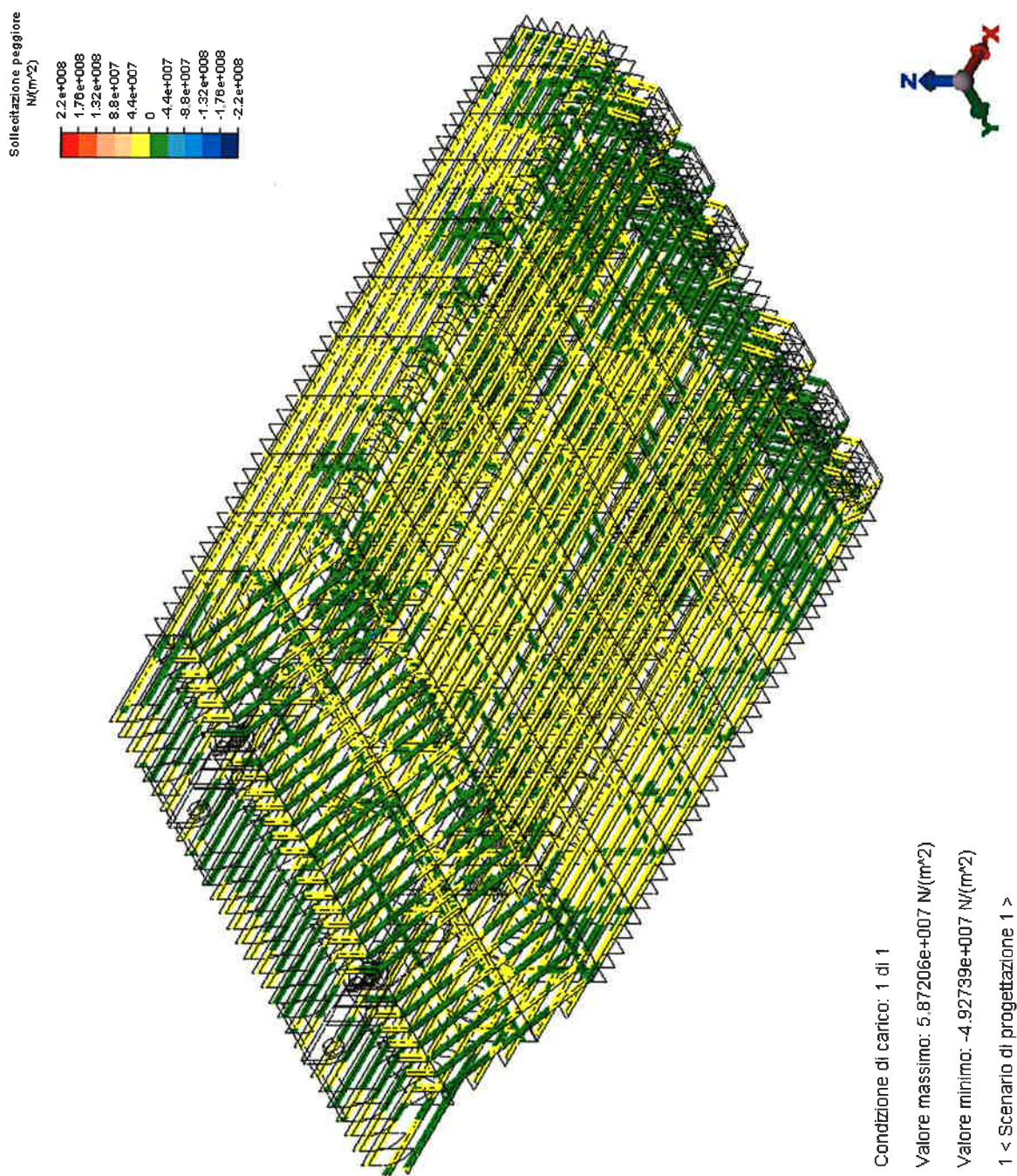
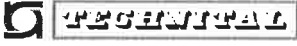
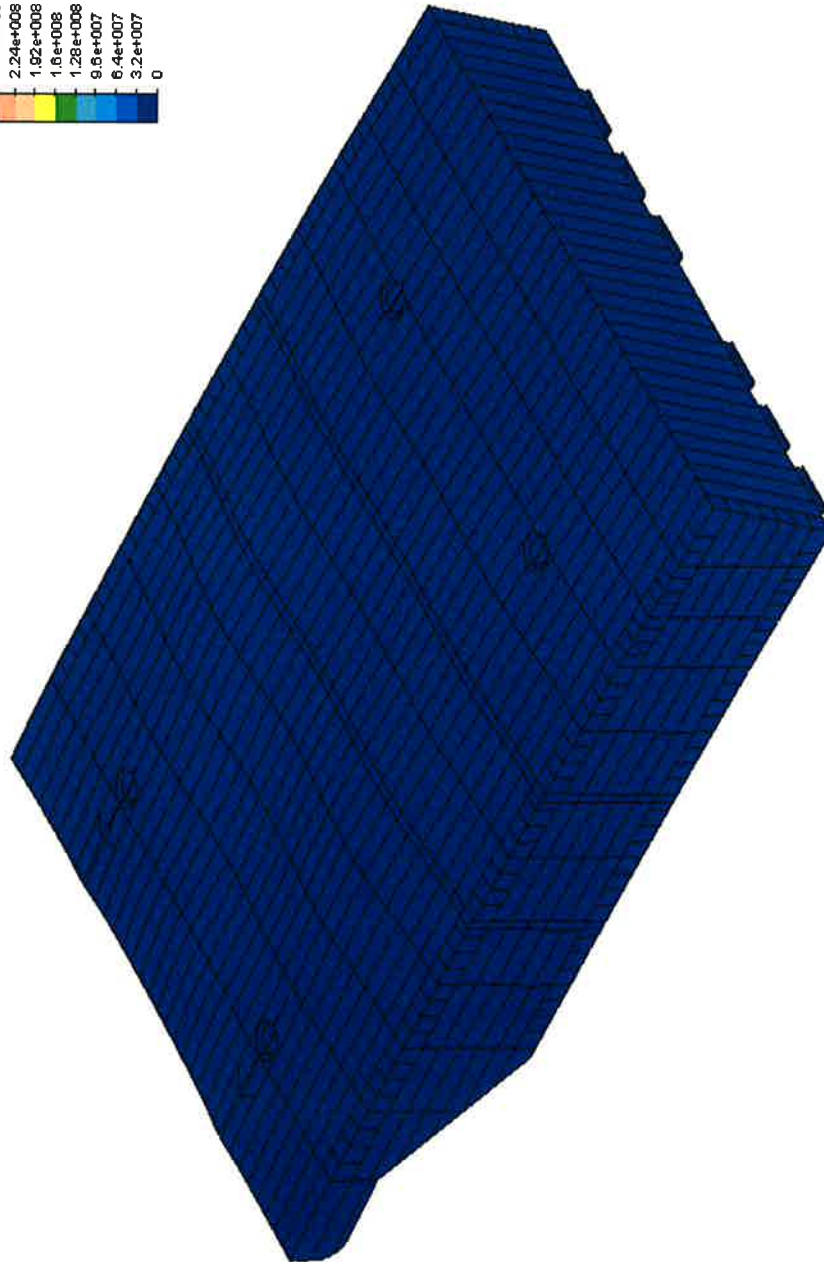
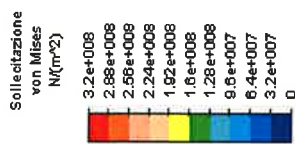


FIG. 8.66 – ELEMENTI TRAVE

|   |         |                   |   |             |
|---|---------|-------------------|---|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 174 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

## 8.5. Paratoia allestita pulita senza supporti elastici - Schema principale - Montaggio connettori - Condizioni S.4

### 8.5.1. Condizione S.4a



Condizione di carico: 1 di 1  
Valore massimo: 9.692239e+007  $N/(m^2)$   
Valore minimo: 23196.3  $N/(m^2)$   
1 < Scenario di progettazione 1 >

FIG. 8.67 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA – FASCIAME SUPERIORE

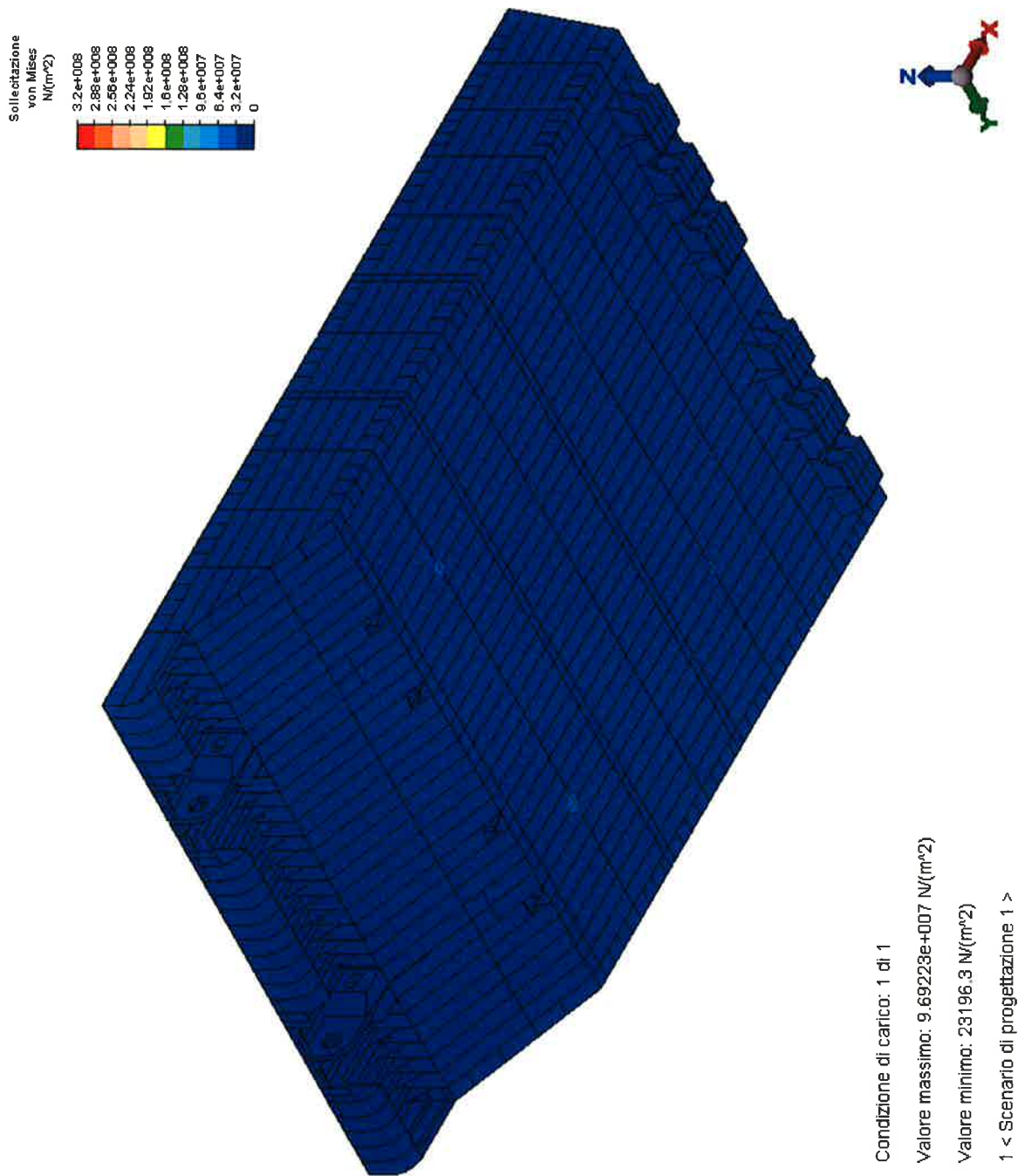


FIG. 8.68 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES – FASCIAME INFERIORE



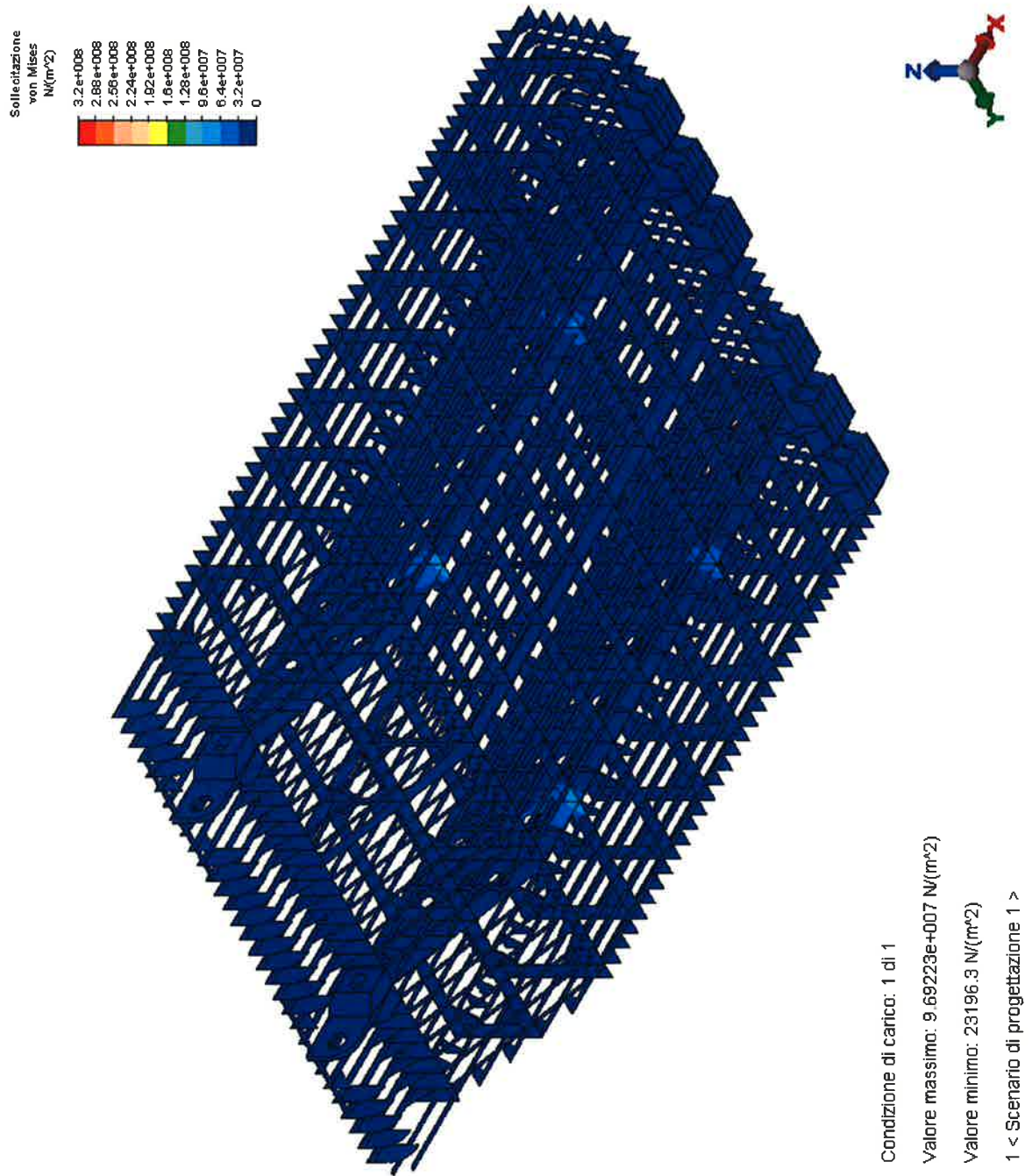


FIG. 8.69 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES - IRRIGIDIMENTI



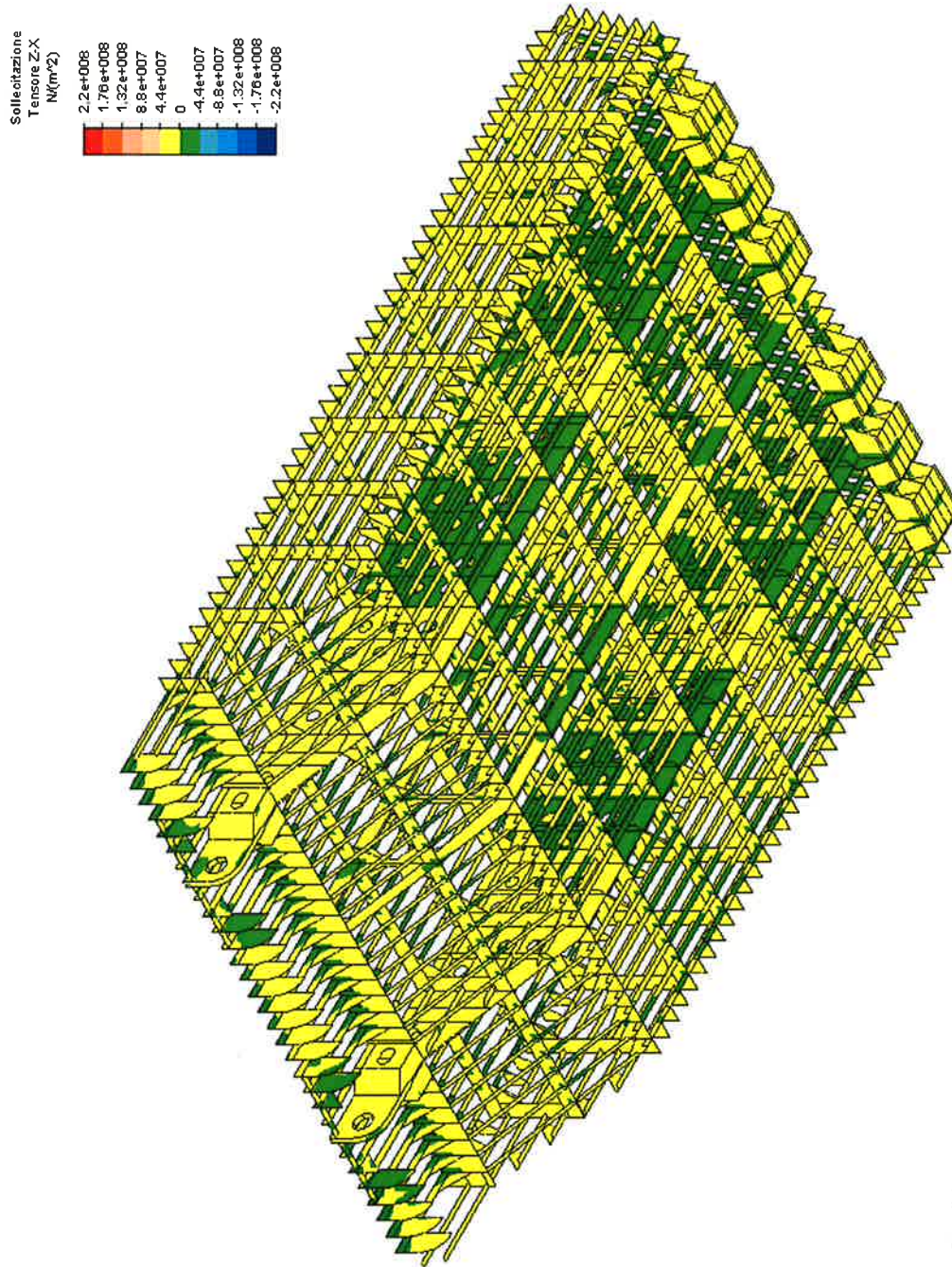


FIG. 8.70 – TAGLIO Z-X

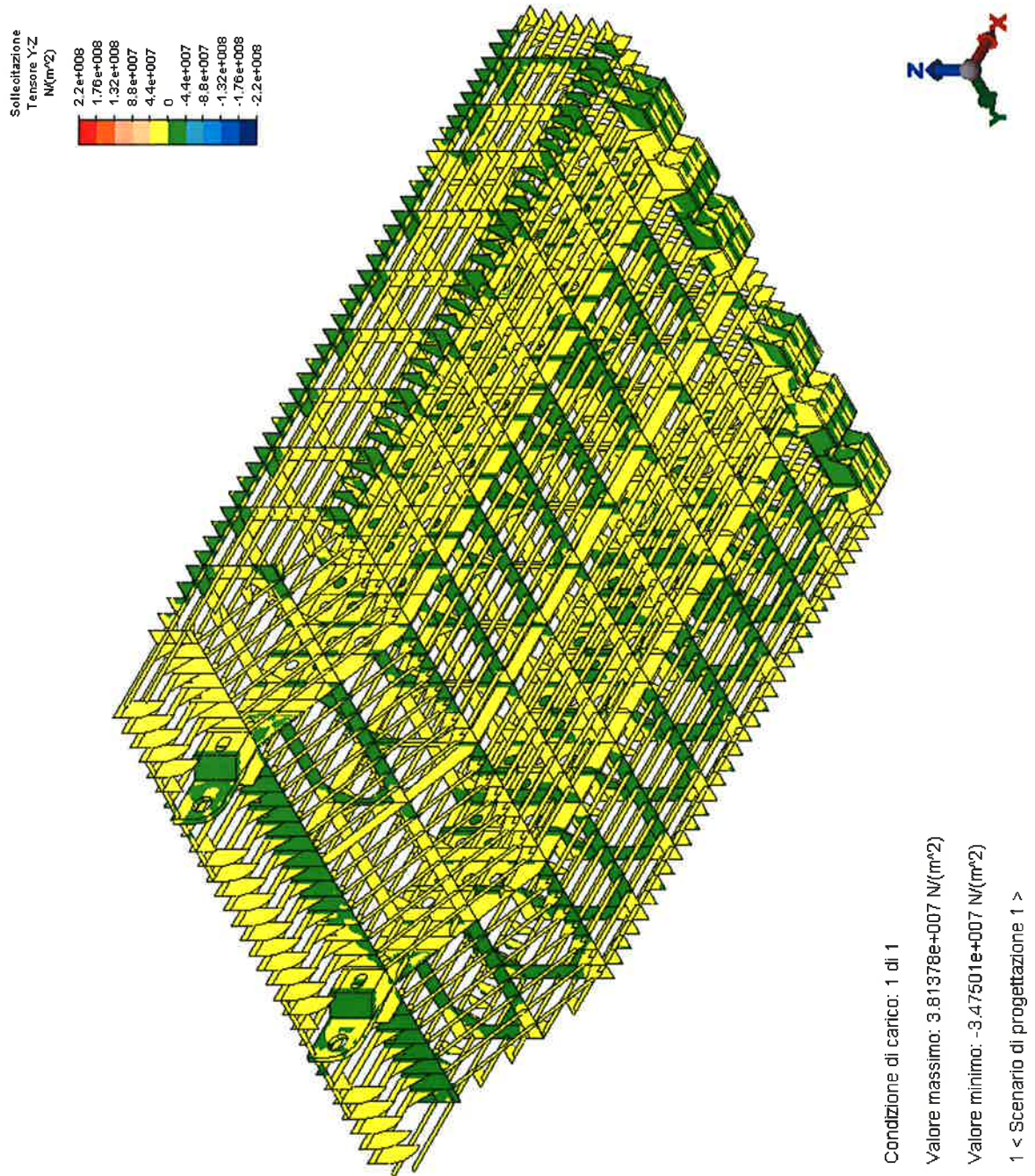
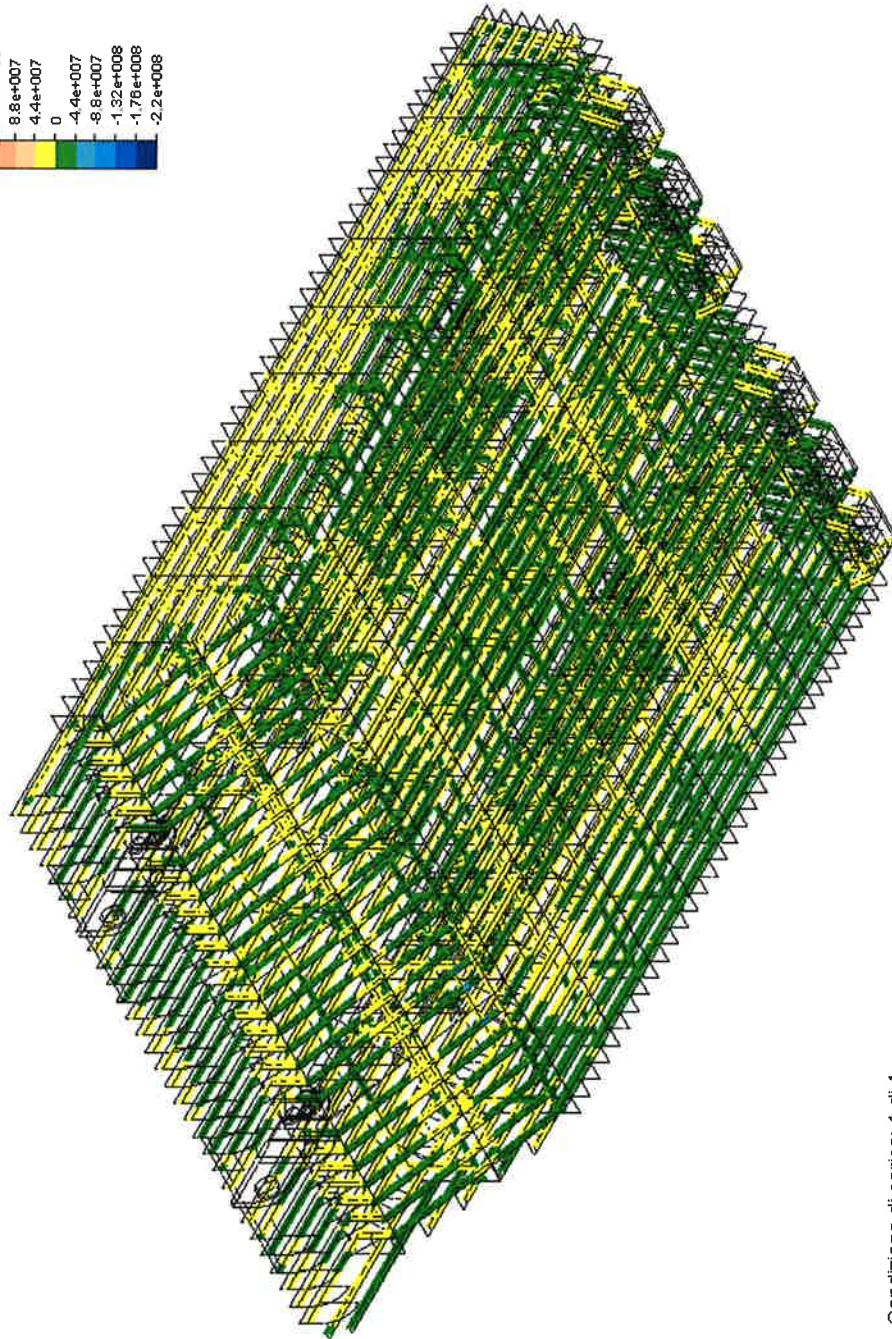
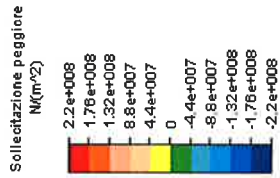


FIG. 8.71 – TAGLIO Y-Z






Condizione di carico: 1 di 1

Valore massimo: 6.21019e+007 N/(m<sup>2</sup>)

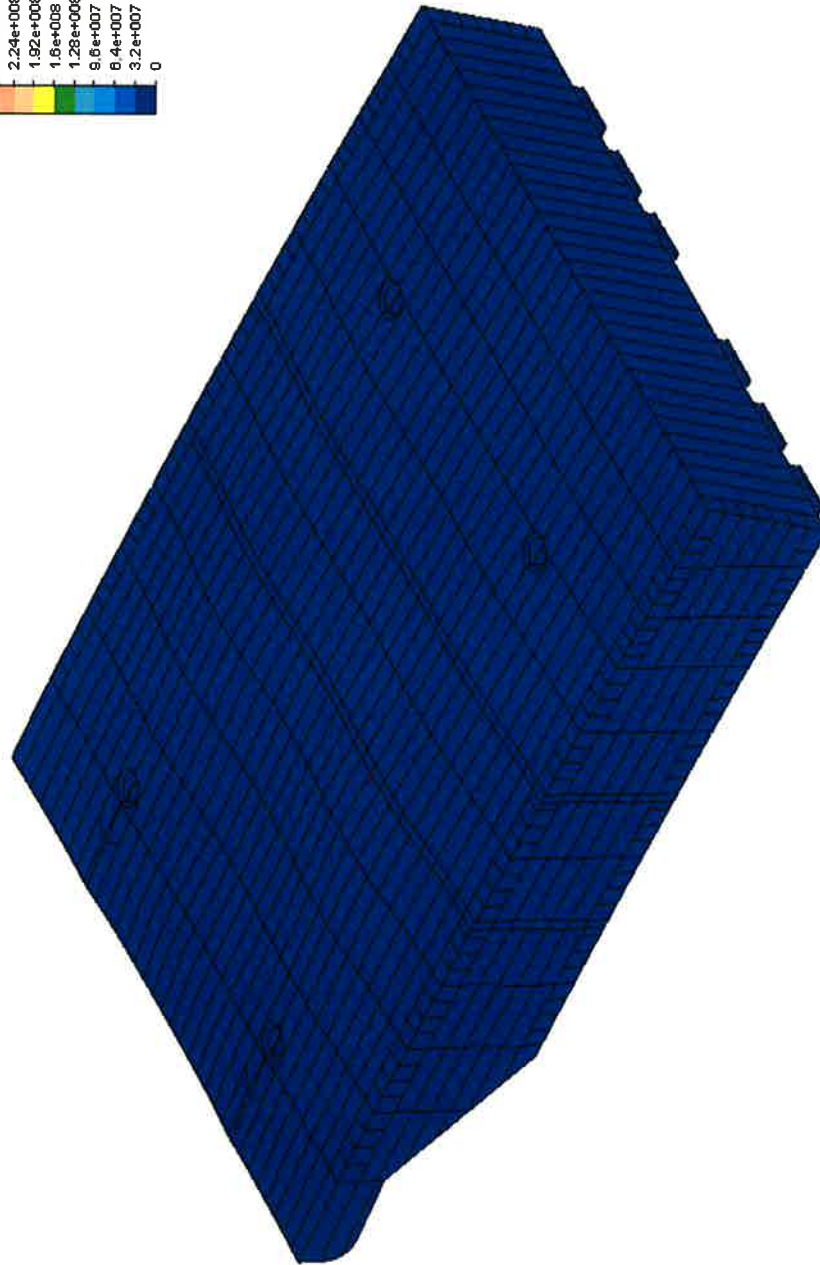
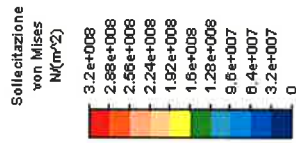
Valore minimo: -5.04215e+007 N/(m<sup>2</sup>)

1 < Scenario di progettazione 1 >

FIG. 8.72 – ELEMENTI TRAVE

|   |         |                   |   |             |
|---|---------|-------------------|---|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 180 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

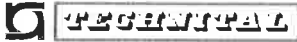
8.5.2. Condizione S.4b



Condizione di carico: 1 di 1  
 Valore massimo: 1.05727e+008  $N/(m^2)$   
 Valore minimo: 28897.7  $N/(m^2)$   
 1 < Scenario di progettazione 1 >

FIG. 8.73 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA – FASCIAME SUPERIORE



|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 181 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

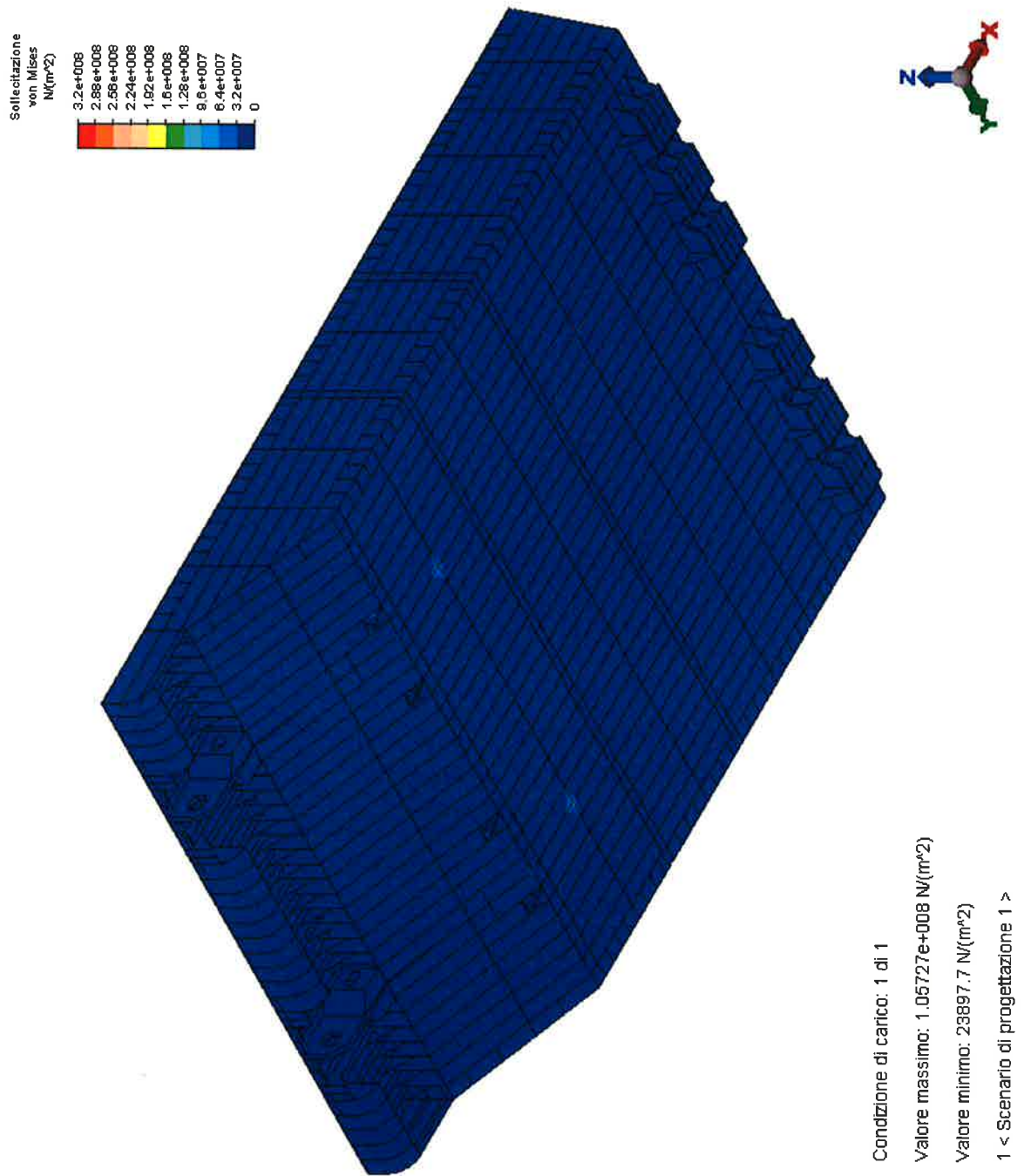


FIG. 8.74 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES – FASCIAME INFERIORE

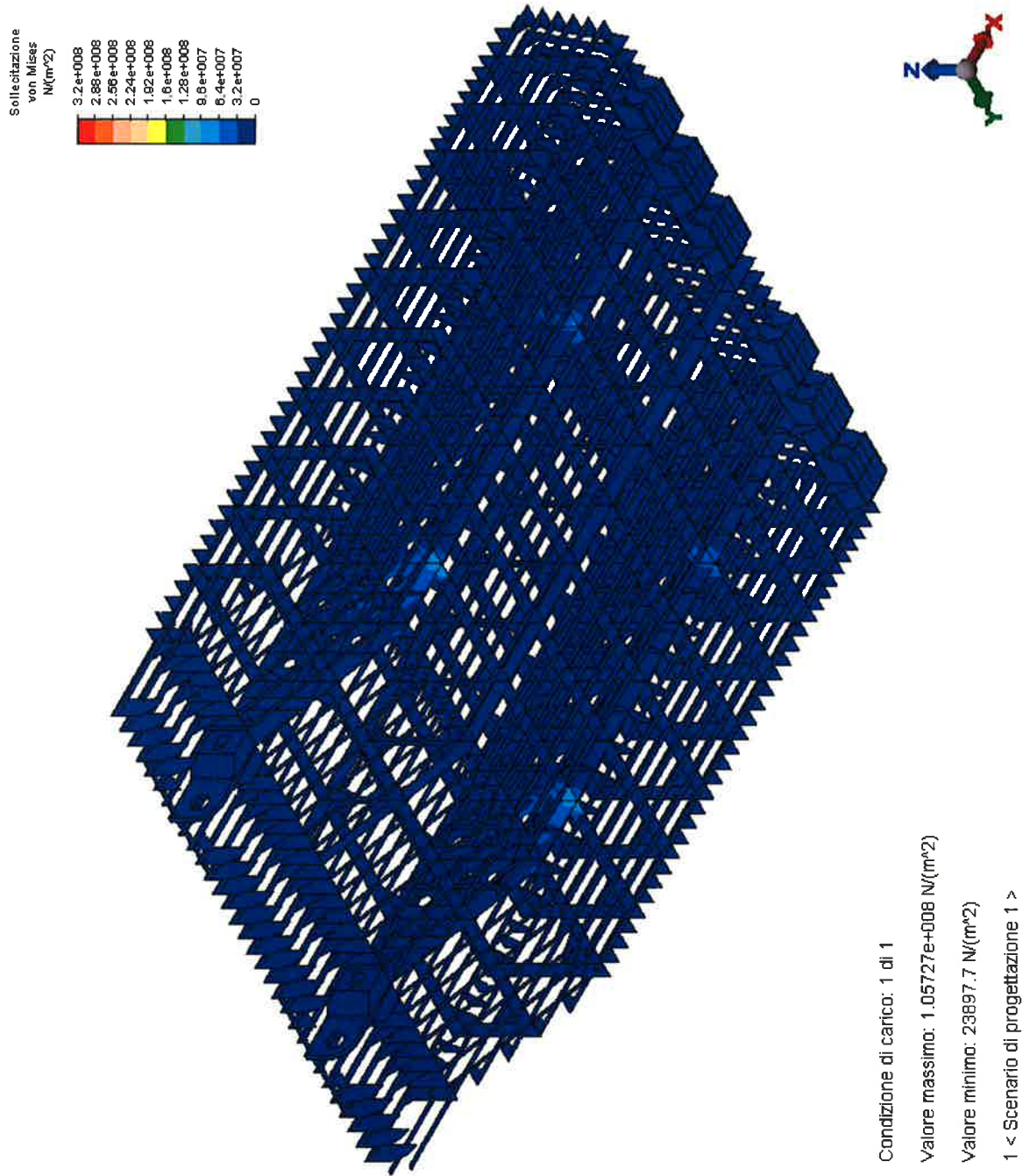


FIG. 8.75 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES - IRRIGIDIMENTI



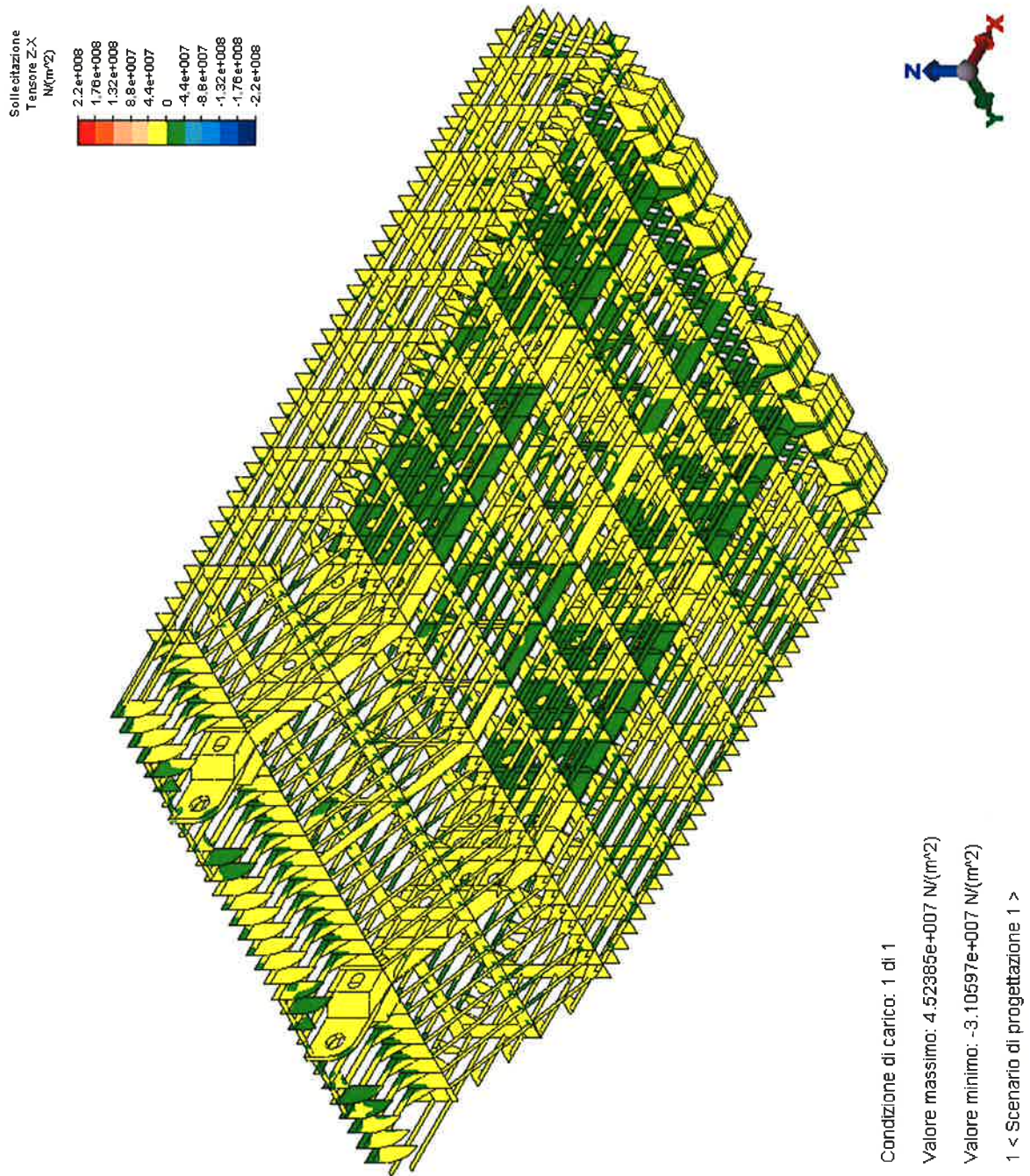


FIG. 8.76 – TAGLIO Z-X

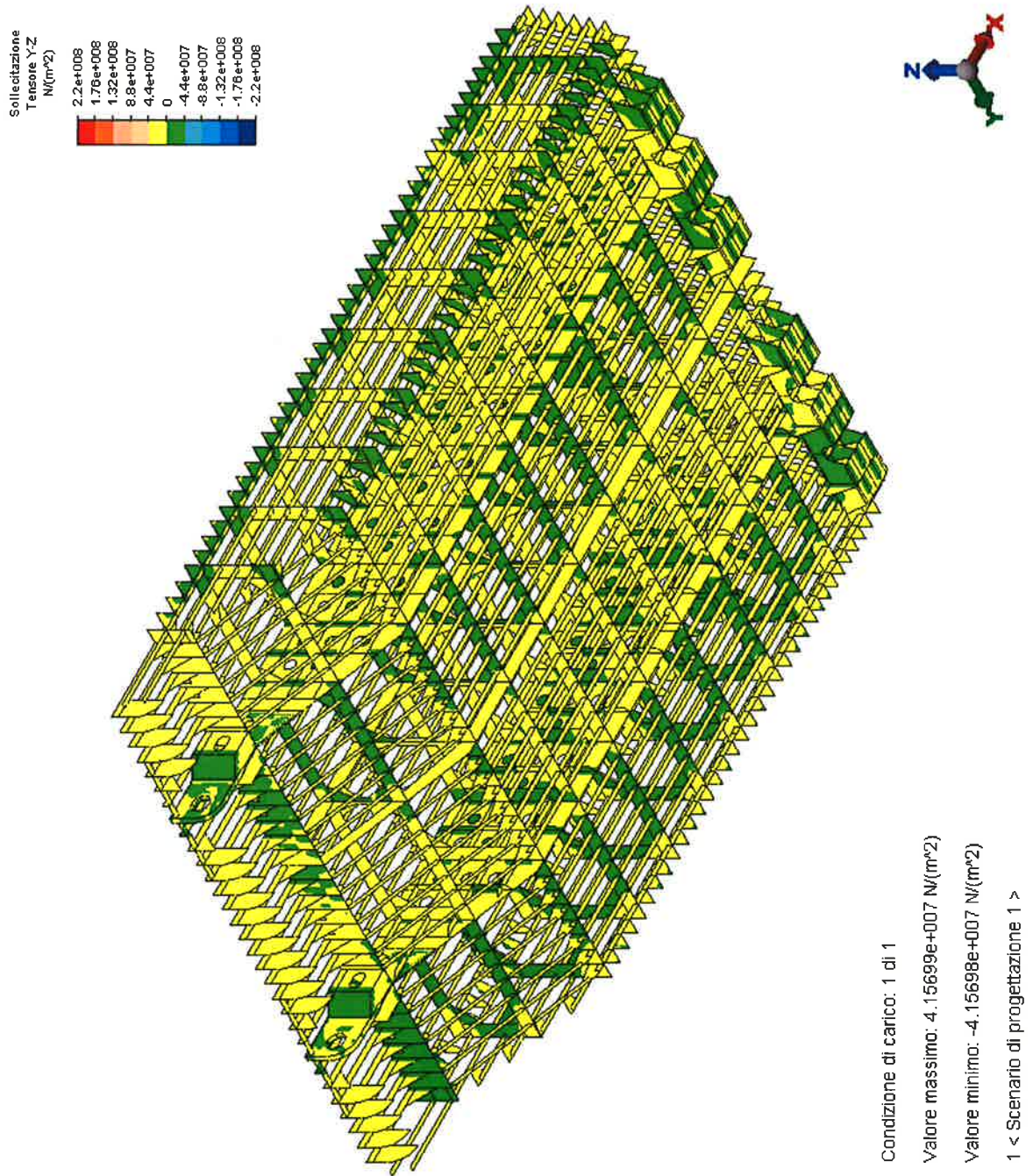
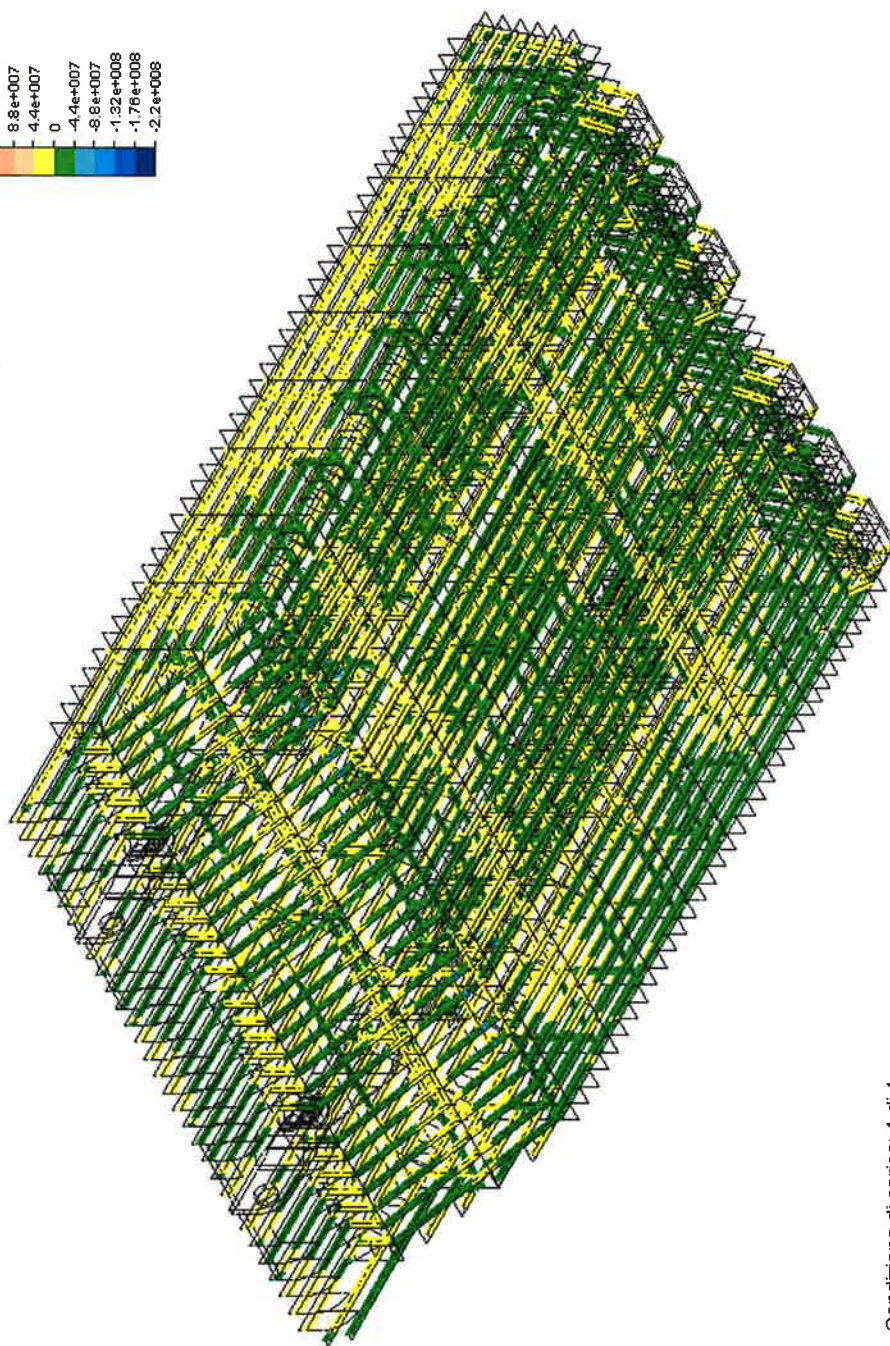
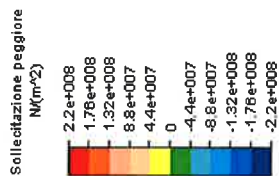


FIG. 8.77 – TAGLIO Y-Z



|         |                   |   |             |
|---------|-------------------|---|-------------|
| Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 185 |
| Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |



Condizione di carico: 1 di 1  
 Valore massimo: 6.64296e+007 N/(m<sup>2</sup>)  
 Valore minimo: -5.99709e+007 N/(m<sup>2</sup>)  
 1 < Scenario di progettazione 1 >

FIG. 8.78 – ELEMENTI TRAVE

|   |         |                   |   |             |
|---|---------|-------------------|---|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 186 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

## 8.6. Paratoia allestita incrostata - Schema aggiuntivo principale – Condizione S.5

### 8.6.1. Condizione S.5a

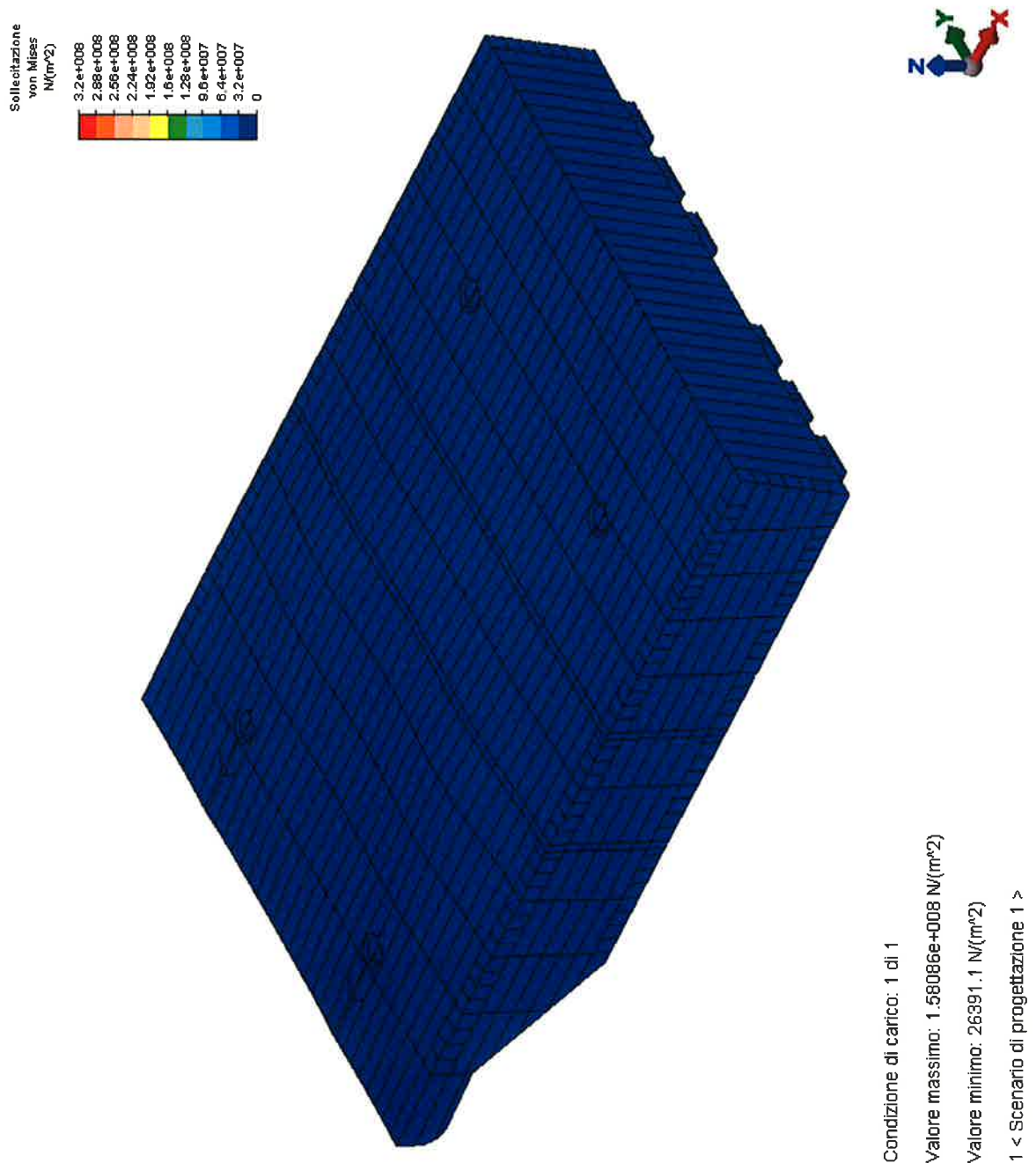


FIG. 8.79 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA – FASCIAME SUPERIORE

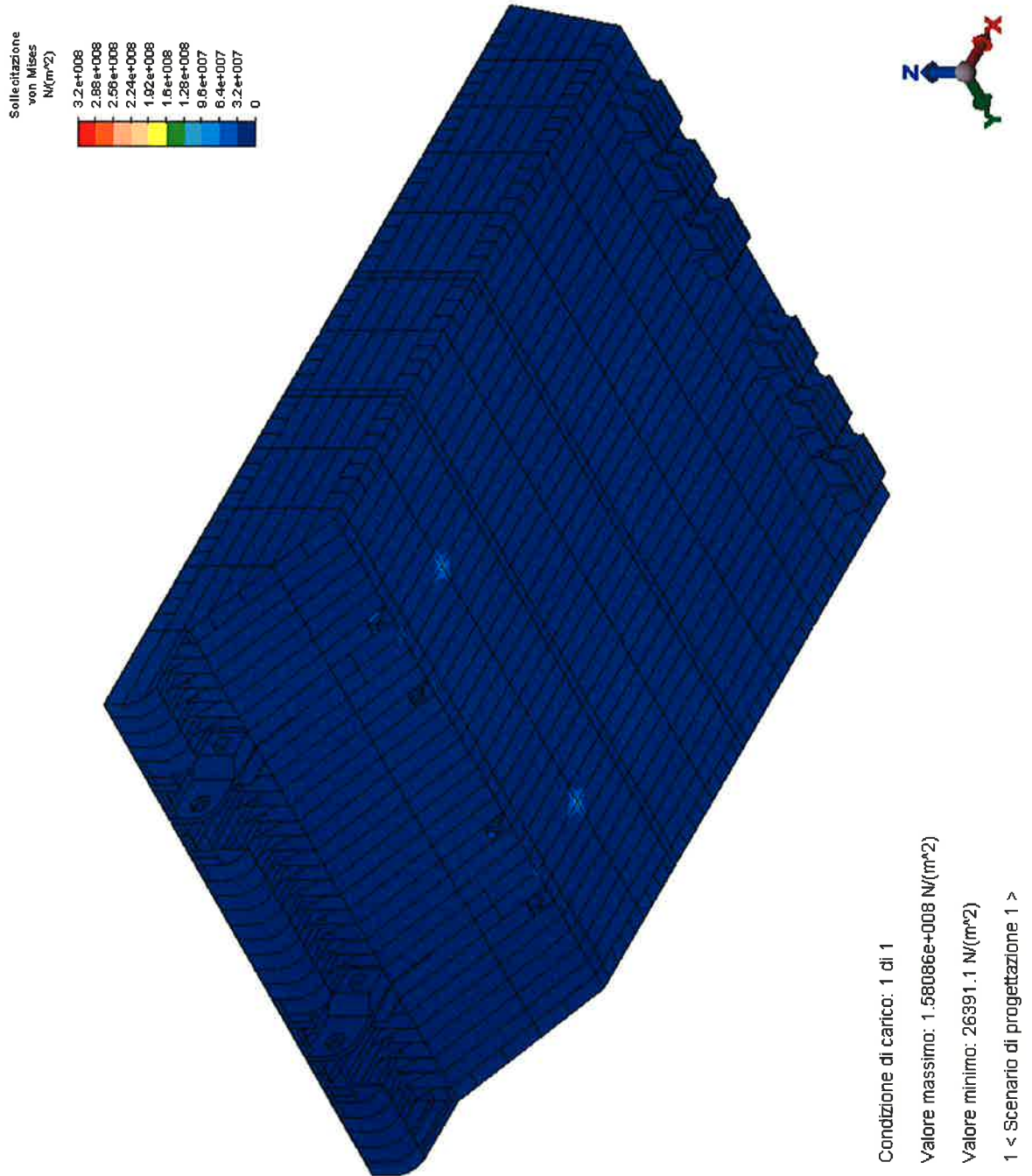
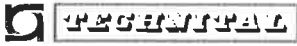


FIG. 8.80 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES – FASCIAME INFERIORE



|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 188 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

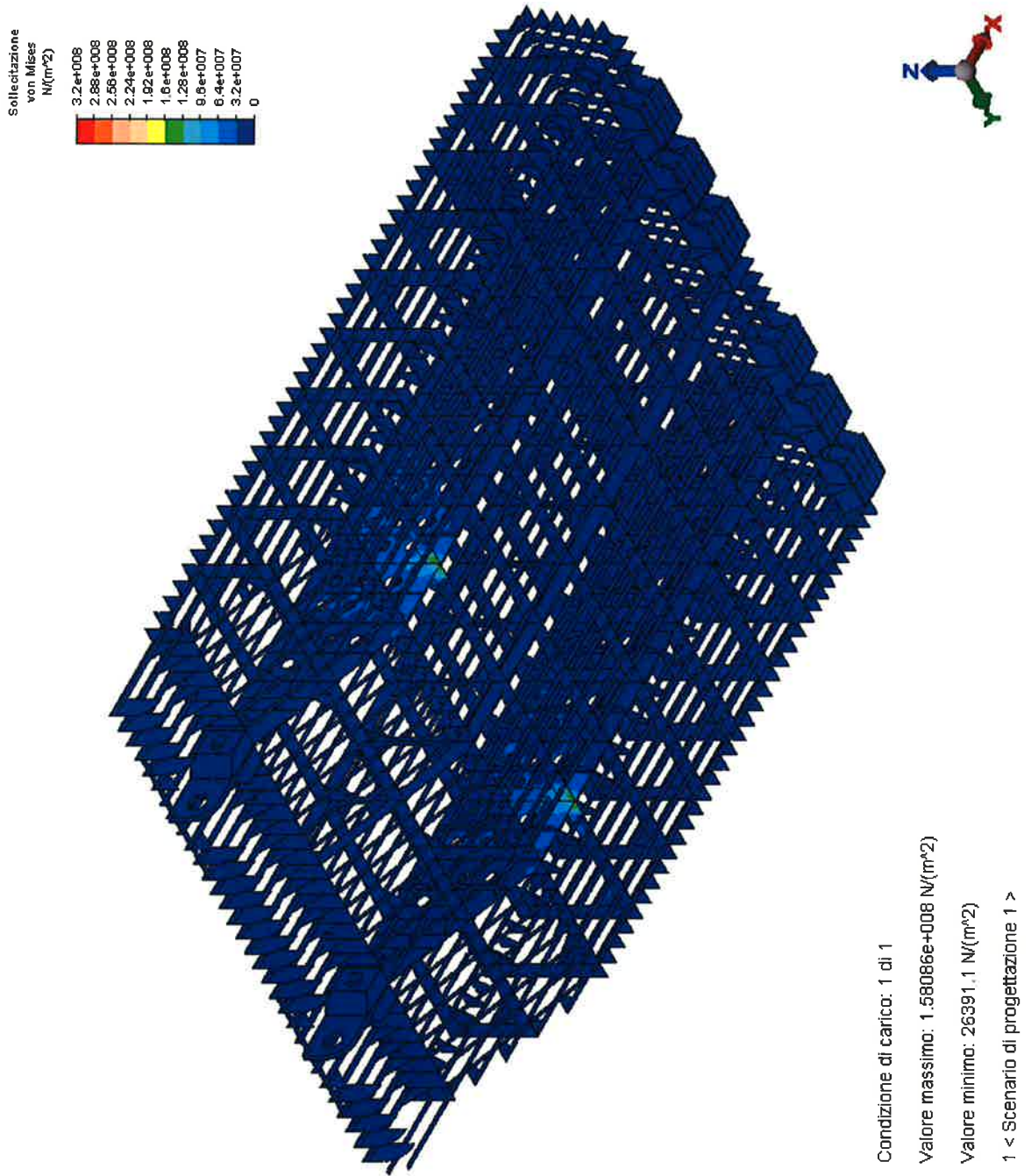


FIG. 8.81 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES - IRRIGIDIMENTI



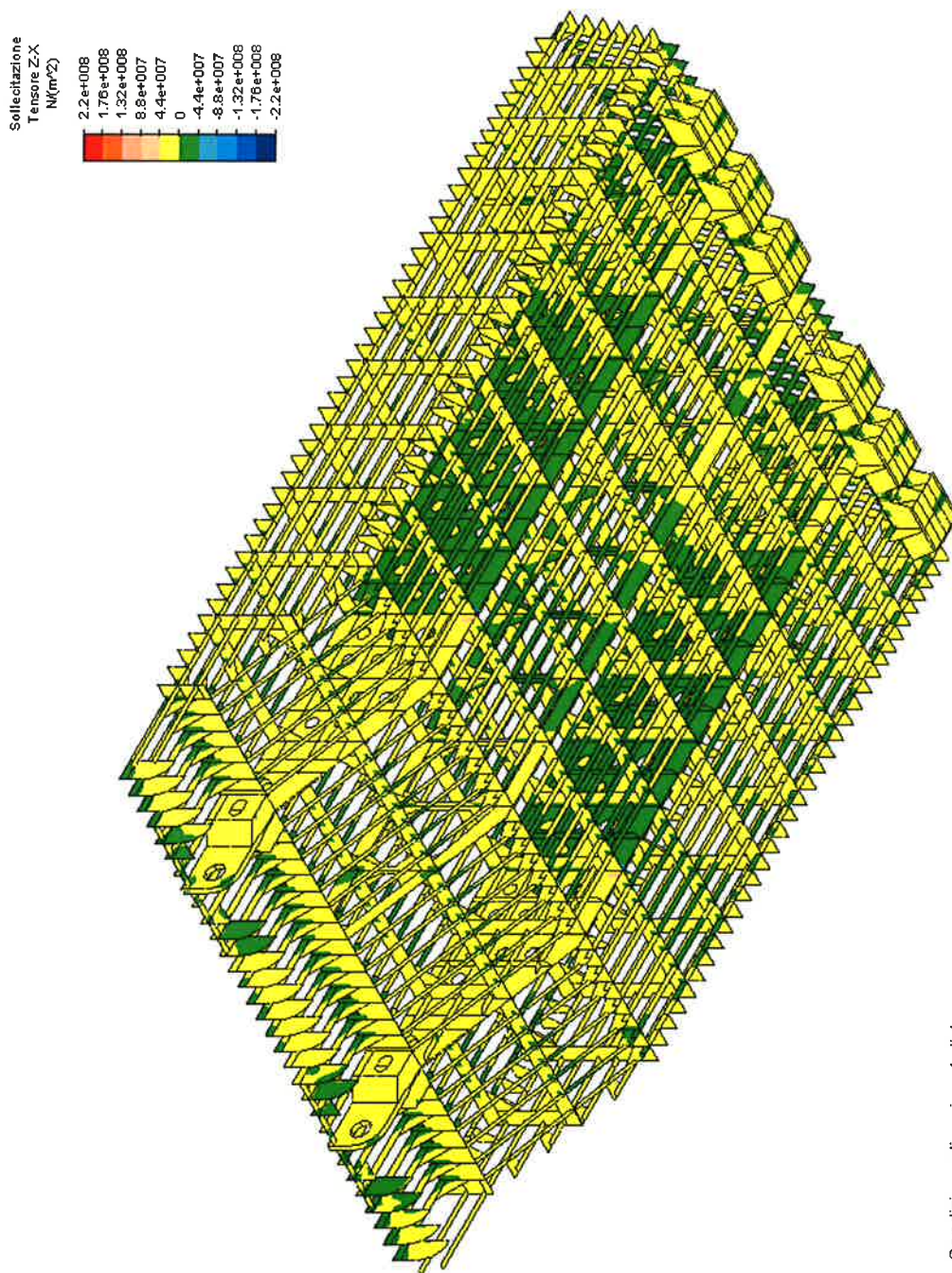


FIG. 8.82 – TAGLIO Z-X

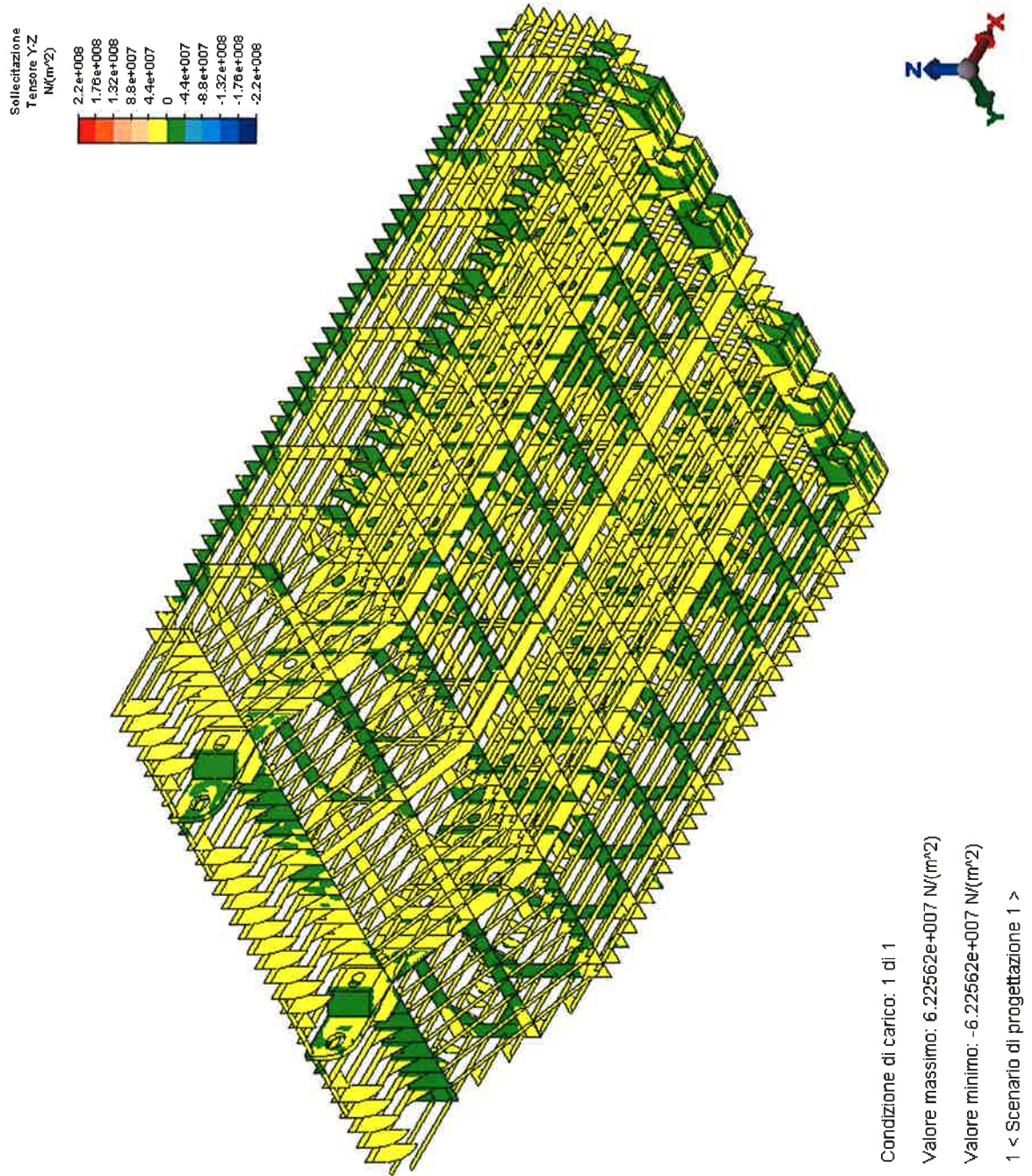
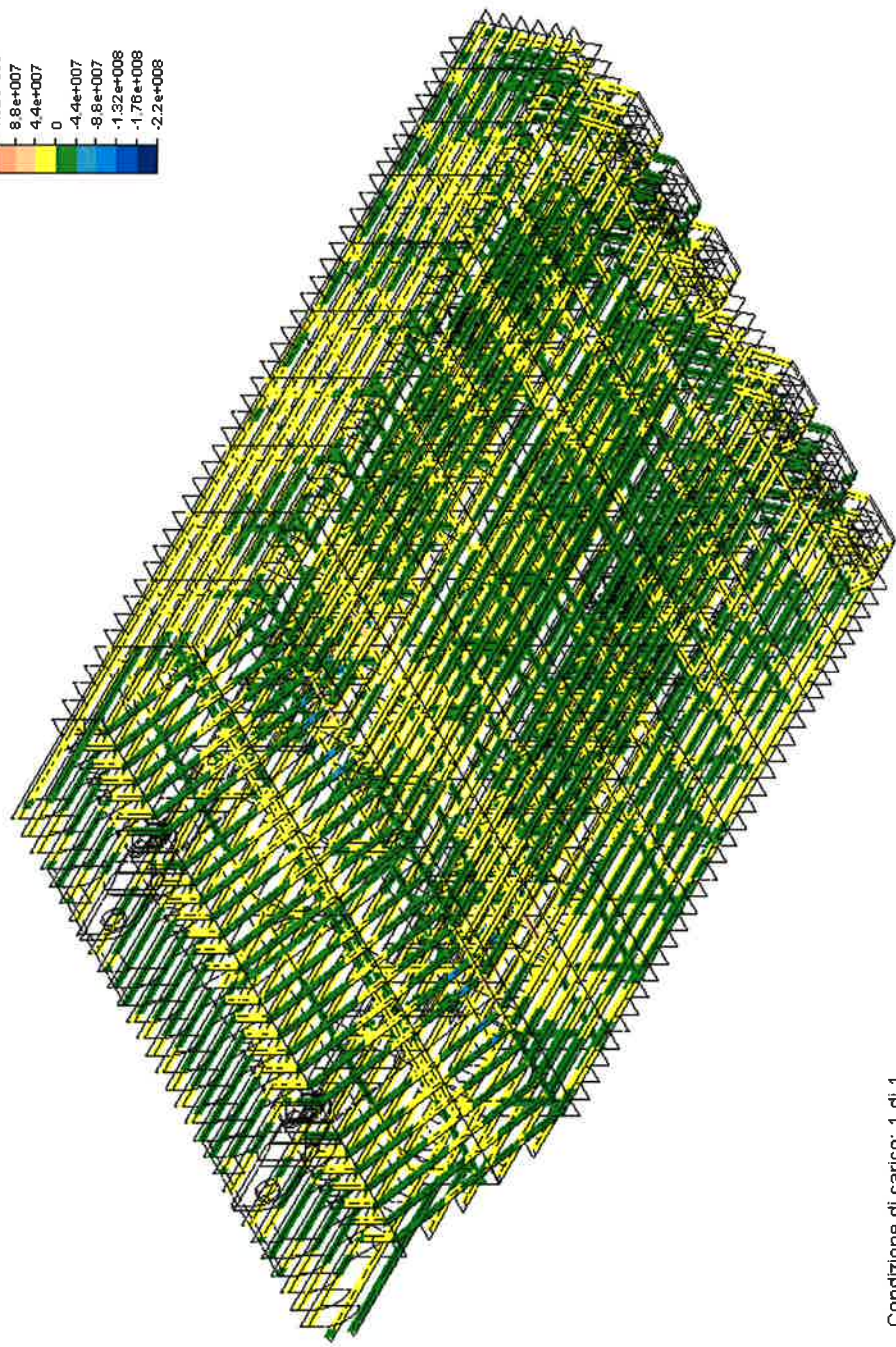
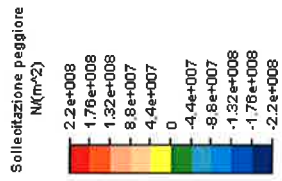


FIG. 8.83 – TAGLIO Y-Z

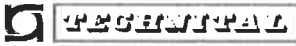


|         |                   |   |             |
|---------|-------------------|---|-------------|
| Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 191 |
| Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |



Condizione di carico: 1 di 1  
 Valore massimo: 9.09097e+007 N/(m<sup>2</sup>)  
 Valore minimo: -6.30871e+007 N/(m<sup>2</sup>)  
 1 < Scenario di progettazione 1 >

FIG. 8.84 – ELEMENTI TRAVE

|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 192 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

## 8.7. Paratoia allestita incrostata - Schema aggiuntivo secondario – Condizione S.6

### 8.7.1. Condizione S.6a

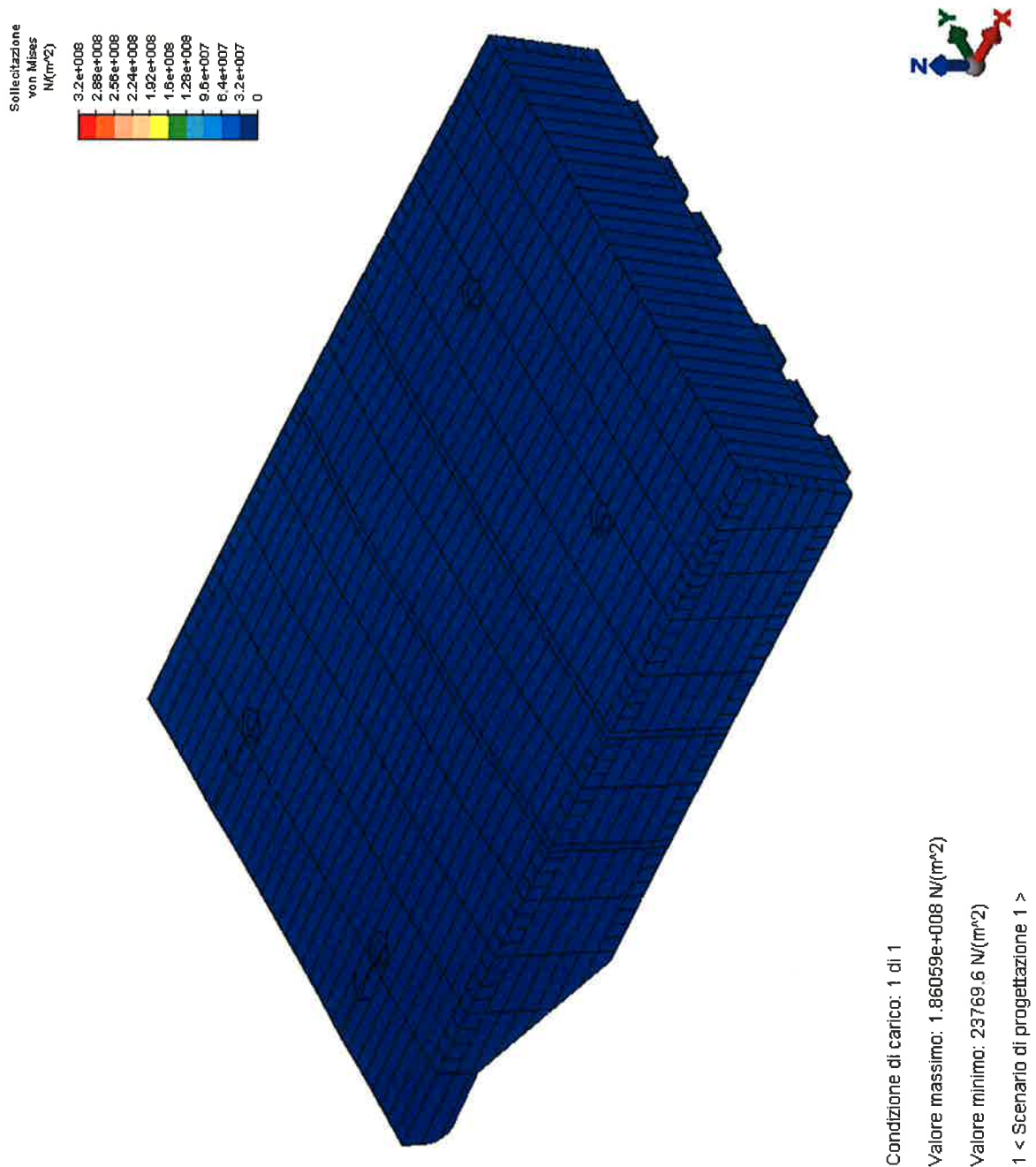


FIG. 8.85 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA – FASCIAME SUPERIORE



|         |                   |  |             |
|---------|-------------------|--|-------------|
| Rev.    | Data:             | El. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 193 |
| Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

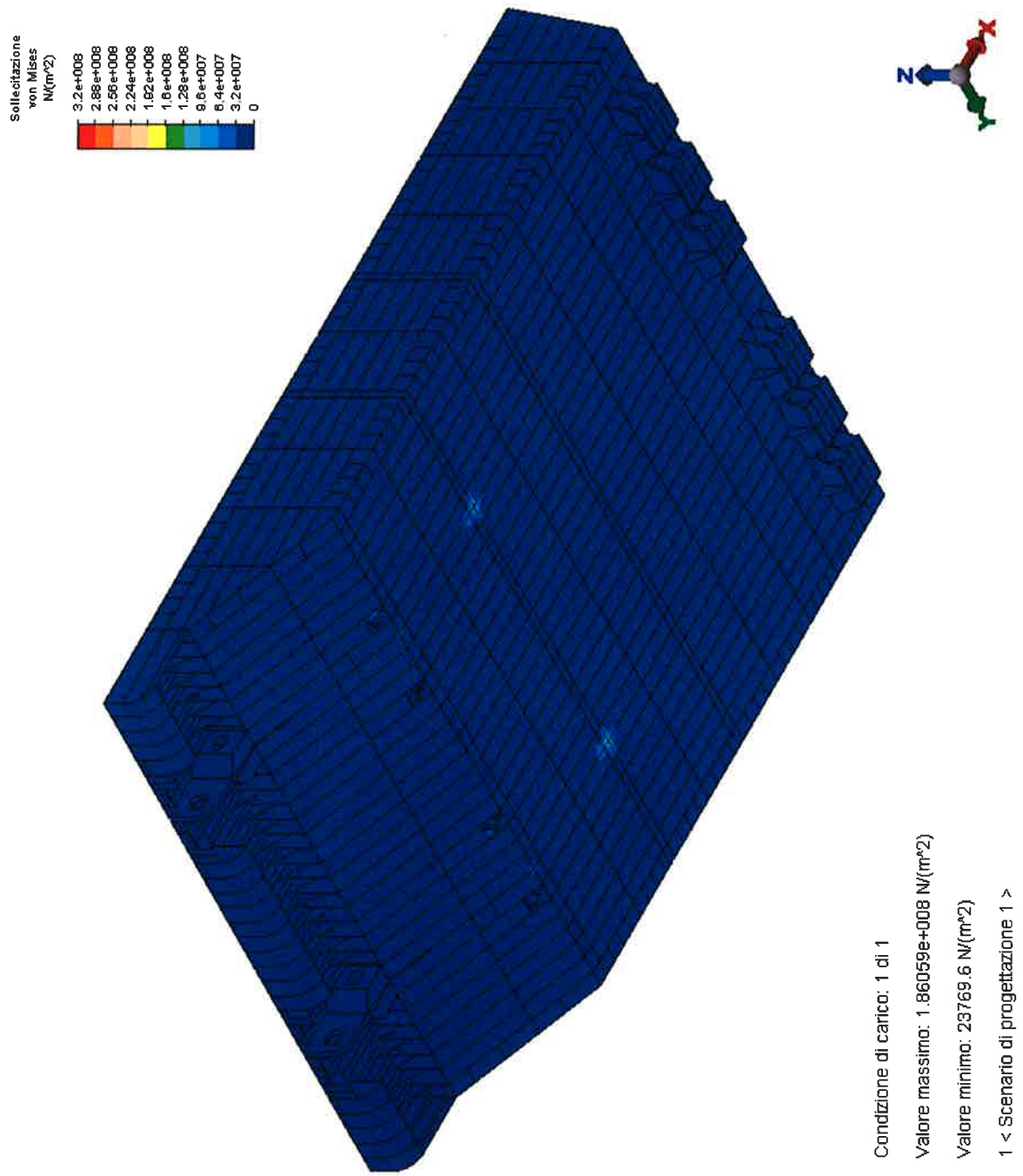
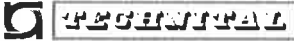


FIG. 8.86 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES – FASCIAME INFERIORE

|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 194 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

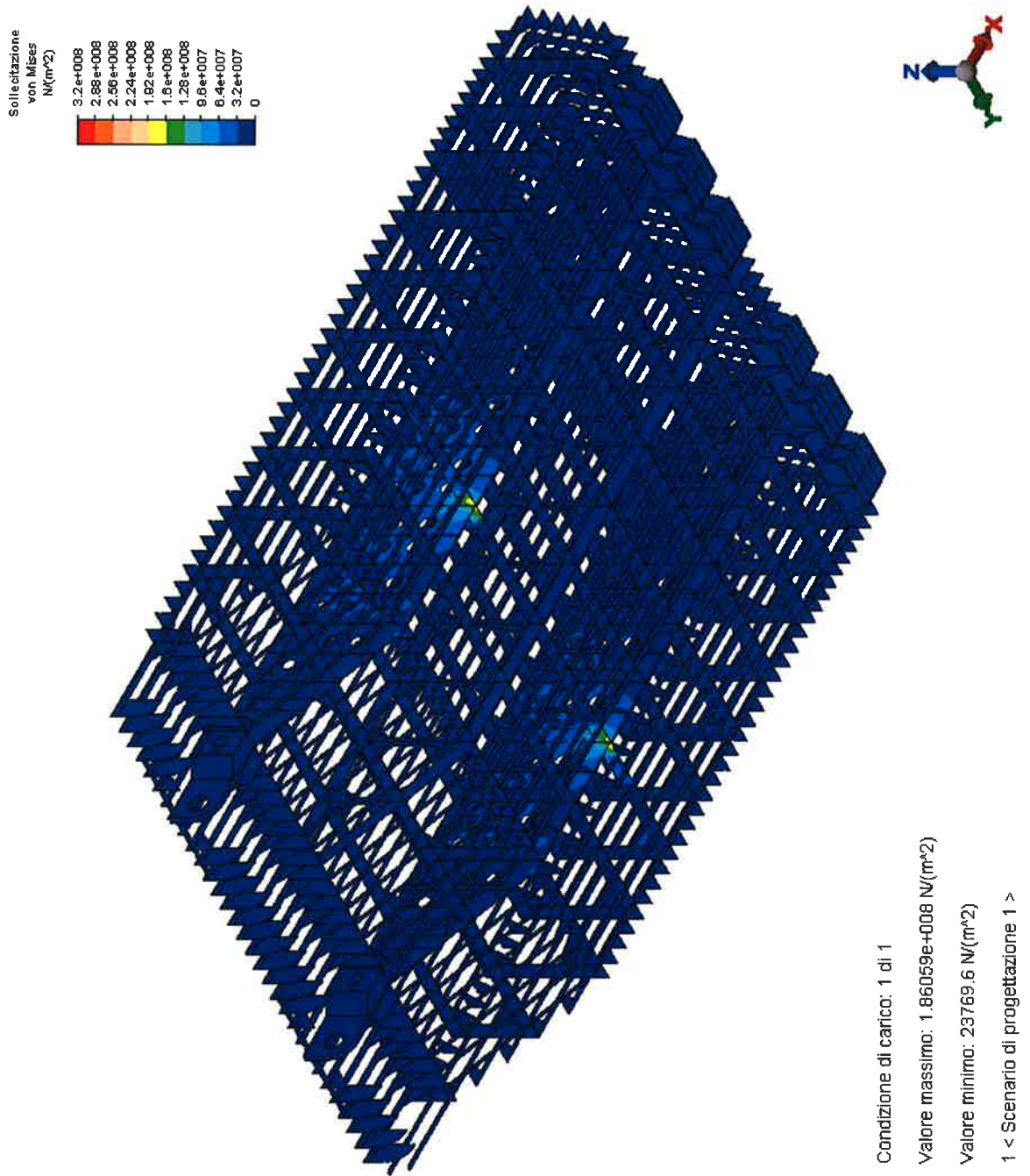



FIG. 8.87 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES - IRRIGIDIMENTI



|   |         |                   |  |             |
|---|---------|-------------------|--|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0  | Pag. n. 195 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APPOGGIO A TERRA |             |

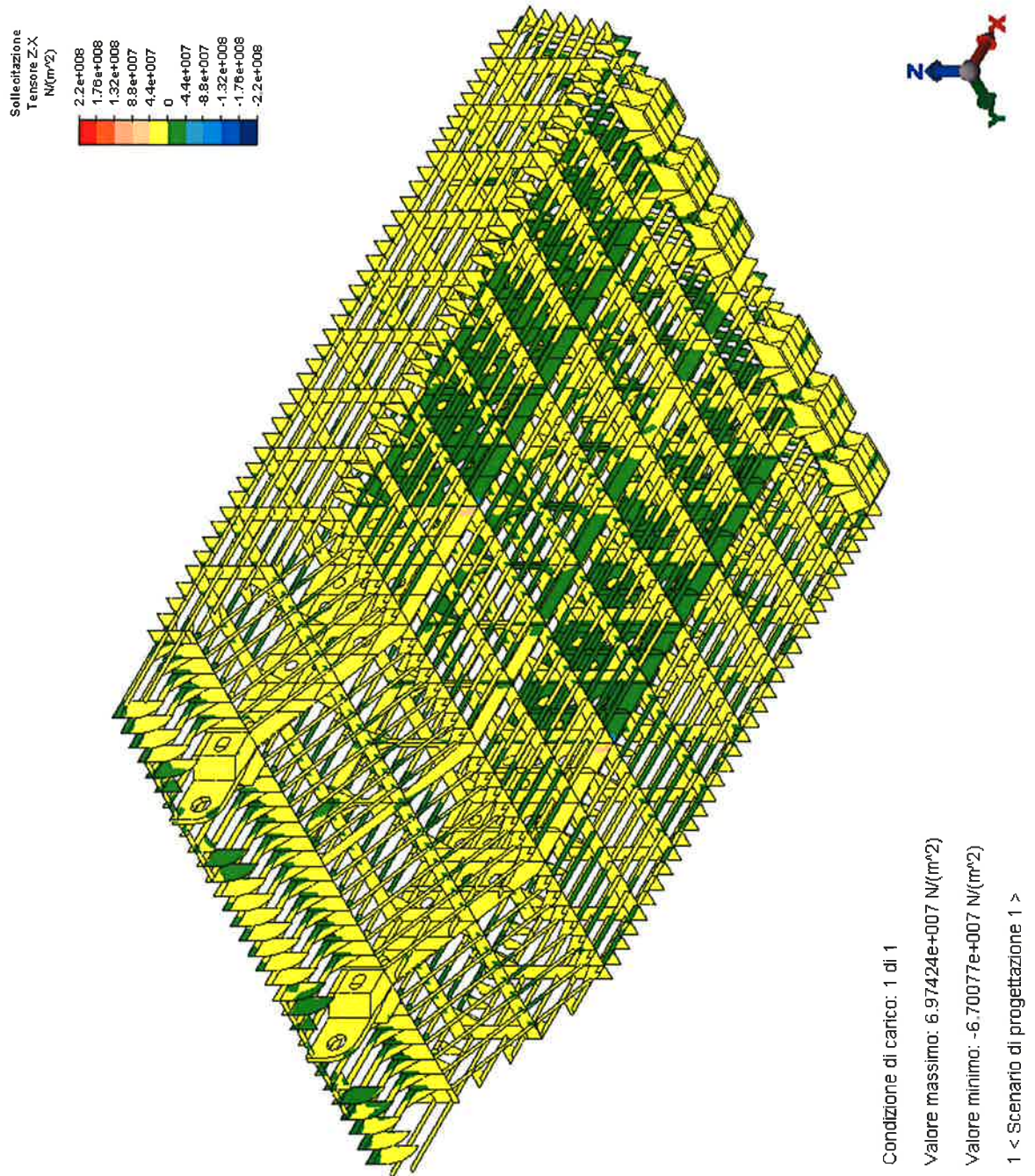
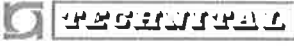


FIG. 8.88 – TAGLIO Z-X



|   |         |                   |   |             |
|---|---------|-------------------|---|-------------|
|  | Rev.    | Data:             | EI. MV080P-PE-MAR-2020-C0   | Pag. n. 196 |
|   | Rev. C0 | Data: 10/06//2013 | VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D<br>PARATOIA IN APOGGIO A TERRA |             |

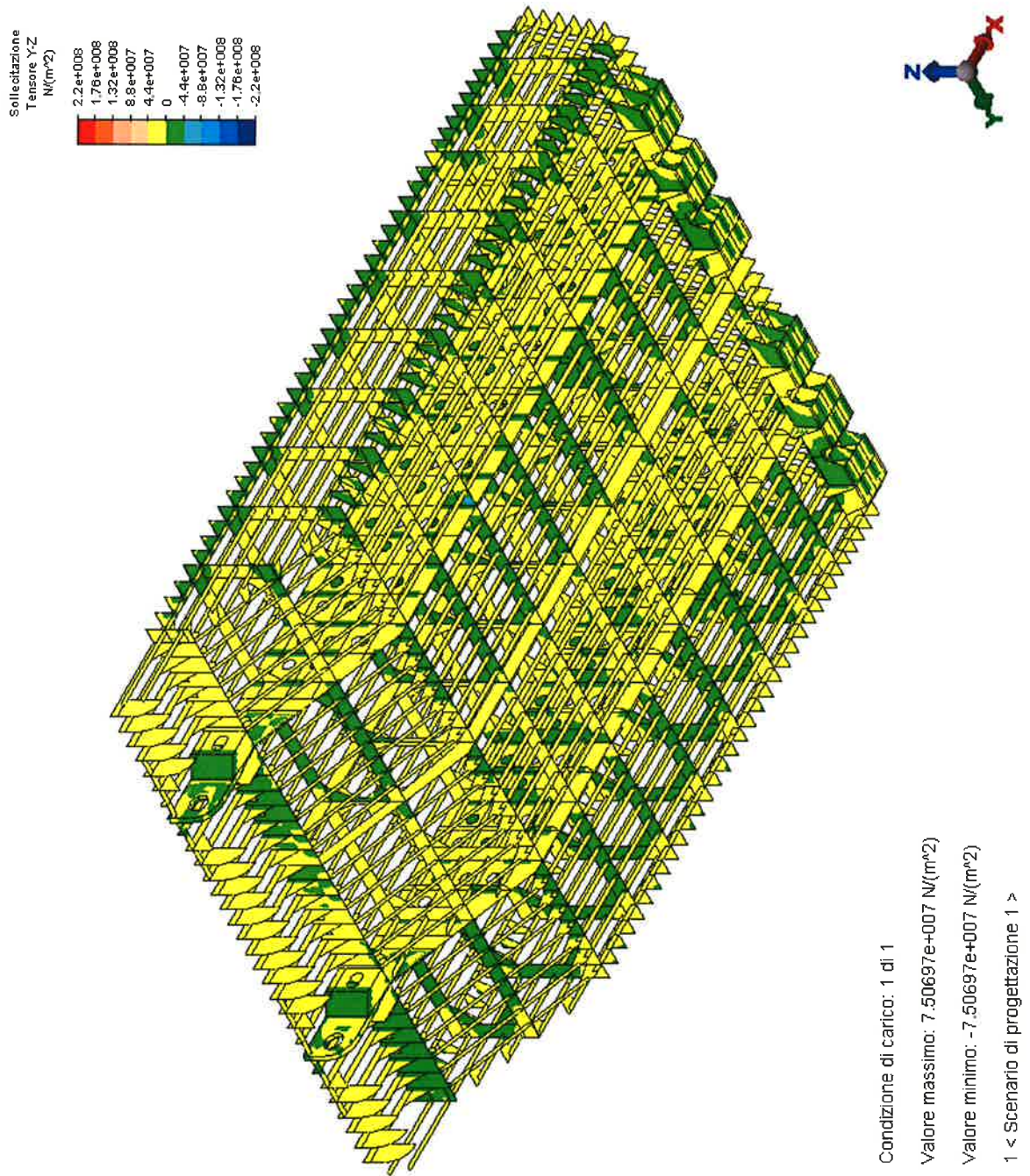
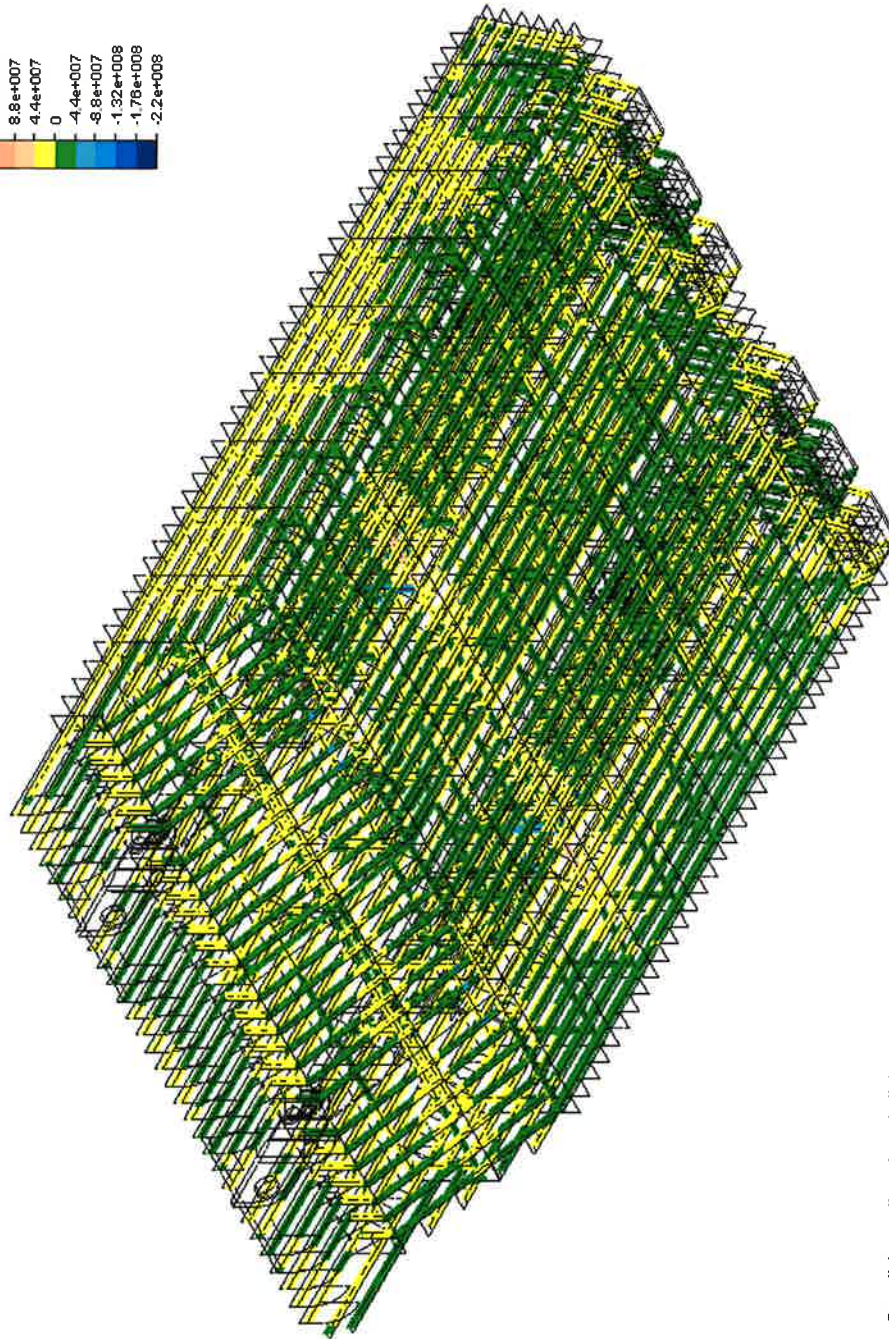
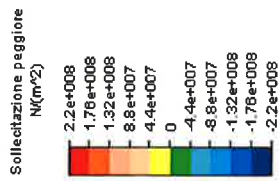


FIG. 8.89 – TAGLIO Y-Z



Condizione di carico: 1 di 1

Valore massimo: 1.06185e+008 N/(m<sup>2</sup>)

Valore minimo: -6.9227e+007 N/(m<sup>2</sup>)

1 < Scenario di progettazione 1 >

FIG. 8.90 – ELEMENTI TRAVE